

## « الفصل الثاني »

### « مقدمة للمغناطيسية »

تسير خطوط المغناطيس من الشمال للجنوب خارج المغناطيس  
تسير خطوط المغناطيس من الجنوب للشمال داخل المغناطيس

القوة المغناطيسية عند الأقطاب دكر ما يمكن ولكن  
كلما اتبعنا في منتصف المغناطيس تبتدئ القوة للمغناطيسية تضعف  
حتى الوصول للـ **منتصف المغناطيس** عنده تنعدم القوة للمغناطيسية

الأقطاب المختلفة تتجاذب والأقطاب المتشابهة تتنافر

إذا تم فصل المغناطيس إلى نصفين بحيث أصبح جزء يمثل القطب  
الشمالى للمغناطيس وجزء يمثل الجزء الجنوبي للمغناطيس فإنه لا يوجد  
متفرداً لتكون قطب شمالي أو شمالي عند الطرف الآخر لنصف  
المغناطيس الناتج عن الكسر

## « البوصلة »

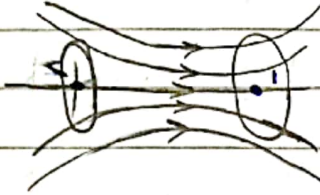


السهم يمثل القطب الشمالى ويأخذ اتجاه المجال للمغناطيس



## « المجال المغناطيسي »

غير منتظم



منتظم



يكون على شكل خطوط  
مستقيمة ومتوازية وعلى بعد

متساوي من بعضها

وتكون شدة المجال متساوية

عند أي نقطة خلاله

شدة المجال عند النقطة «ا»

هي نفس شدة المجال عند

النقطة «ب» و«ج» حيث أنه

المساحة حول الثلاث نقاط

يمر بها نفس عدد خطوط المجال

المغناطيسي

شدة المجال غير متساوية

/ غير ثابتة

حيث أنه شدة المجال المغناطيسي

عند النقطة «ا» أكبر من

النقطة «ب» لتزاحم خطوط

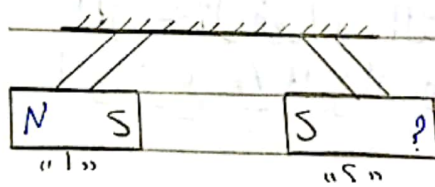
المجال المغناطيسي عند النقطة «ا»

\* المجال ليس له يجذب كل المعادن «الألمنيوم - الفولاذ - الفضة

البلاستيك»

خطوط المجال المغناطيسي : هي خطوط وهمية لا تتقاطع تعبر عن اتجاه

المجال المغناطيسي وتعبّر عن شدته عند نقطة معينة



حدد القطب المغناطيسي للمجسول ؟

:- المجال ليس متناظرين

:- القطب الثاني هو القطب الجنوبي

و- لأنهما متناظرين :- القطبان متشابهان

:- القطب المقابل في «2» هو S

:- القطب للمجسول هو القطب الشمالي





ماذا يحدث لقراءة الميزان عند تقريب  
قطب شمالي من رُغْل المغناطيس مرة  
وتقريب قطب جنوبي مرة أخرى.

(أ) عند تقريب قطب شمالي ← تزداد قراءة الميزان  
(ب) عند تقريب قطب جنوبي ← تقل قراءة الميزان

وعند استبدال المغناطيس بقطعة من الحديد  
تقل قراءة الميزان في الحالتين لأن جذب القطعة الحديد للمغناطيس

وعند استبدالها بقطعة نحاس / ألومنيوم / زجاج / خشب  
لا تتأثر قراءة الميزان في كلا الحالتين حيث لا تنجذب  
أي منهما للمغناطيس.

في (أ) تزداد حيث عند التقريب يكون القطب المقرب هو القطب  
الشمالي ويكون القطب المواجه في المغناطيس الذي على الميزان  
هو القطب الشمالي فيصبح القطبان متنافران وبالتالي تزداد  
قراءة الميزان لضغط المغناطيس عليه

في (ب) تقل حيث عند التقريب يكون القطب المقرب هو  
القطب الجنوبي ويكون القطب المواجه في المغناطيس الذي  
على الميزان هو القطب الشمالي فيصبح القطبان متجاذبان  
لذا يختلفان وبالتالي يجذب المغناطيس المقرب للمغناطيس  
الموضوع على الميزان وبالتالي تقل قراءة الميزان

## «الدرس الأول»

الفيض المغناطيسي  $\Phi_m$  :  
هو العدد الكلي لخطوط المجال (خطوط الفيض) التي تمر عمودياً على مساحة معينة.

يقاس : بالوبر (Wb) Weber

كثافة الفيض المغناطيسي  $B$  :  
هي العدد الكلي لخطوط المجال المغناطيسي (خطوط الفيض) التي تمر عمودياً على وحدة المساحات

$$B = \frac{\Phi_m}{A}$$

تقاس بالتسلا (T)

$$B = \frac{\Phi_m}{A}$$

إذا كانت خطوط الفيض تمر عمودياً على المساحة  $\rightarrow \Phi_m = BA$

إذا كانت خطوط الفيض تيل على المساحة بزاوية  $\theta$   $\leftarrow \Phi_m = BA \sin \theta$

$$\Phi_m = B A \sin \theta$$

الفيض المغناطيسي  $\Phi_m$

يساوي  $\frac{1}{2}$  القيم العظمى

عندما  $\theta = 30^\circ$

إذا كانت خطوط الفيض

تيل على المساحة بزاوية  $30^\circ$

$$\Phi_m = \frac{1}{2} BA$$

تتعدى

عندما  $\theta = 0$

خطوط الفيض

موازية للمساحة

نغاية عظمى

عندما  $\theta = 90^\circ$

تعتبر لـ خطوط الفيض

تمر عمودياً على المساحة

$$\Phi_m = BA$$



$$\Phi_m = BA \sin \theta$$

شكل هندسي

مباشرة

دائرة

$$A = \pi r^2$$

متطيل

$$A = l_1 \times l_2$$

مربع

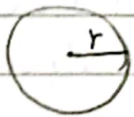
$$A = l^2$$

قويلات

$$cm^2 \times 10^4 \rightarrow m^2$$

$$mm^2 \times 10^6 \rightarrow m^2$$

إذا كان هناك سلك طوله 1m وشكله على هيئة دائرة فإن مساحته



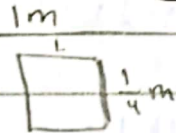
محيط الدائرة = 1m

$$2\pi r = 1m$$

$$r = \frac{1}{2\pi}$$

$$0.08m^2 = \frac{1}{\pi} \times \left(\frac{1}{2 \times \frac{22}{7}}\right)^2 = \pi r^2 = \text{مساحة الدائرة}$$

إذا كان هناك سلك طوله 1m وشكله على هيئة مربع فإنه مساحته للمربع



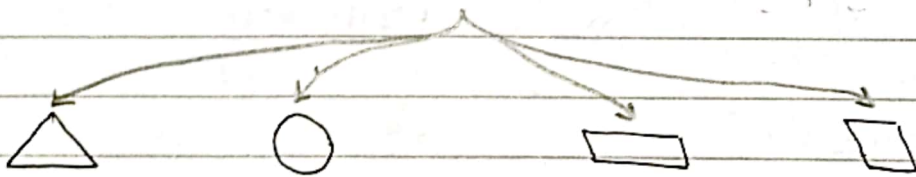
محيط المربع = 1m

$$L = \frac{1}{4}m$$

مساحة المربع =  $l^2$

$$A = l^2 = \left(\frac{1}{4}\right)^2 = 0.0625m^2$$

سلك



إذا كان هناك سلك ذات طول معين وإعيد تشكيله إلى الأشكال السابقة

فإن مساحته غير متساوية **ولكن لهم نفس المحيط**

تكون الدائرة أكبر مساحة

في الدائرة إذا كان نصف قطرها = 5cm

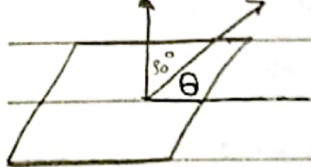
$$A = \pi r^2 = \frac{22}{7} \times (5 \times 10^{-2})^2$$



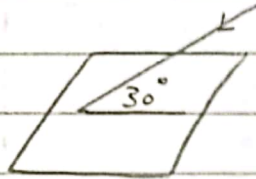
$$\Phi_m = BA \sin \theta$$

هي الزاوية المحصورة بين خطوط الفيض والمساحة

\*  $\theta$  تصنع زاوية  $30^\circ$  مع العمودي على المساحة العمودي على المساحة



$$\theta = 60^\circ$$



\*  $\theta$  تميل على المساحة بزاوية  $30^\circ$

$$\therefore \theta = 30^\circ$$

\* إذا وضع ملف عمودياً على خطوط الفيض

$$\theta = 90^\circ$$

$$\Phi_m = BA$$

قيمة عظمى

خطوط الفيض

الملف



$$\theta = 0^\circ$$

\* إذا وضع ملف موازياً لخطوط الفيض

$$\theta = 0^\circ$$

$$\Phi_m \leftarrow \text{تتعد}$$



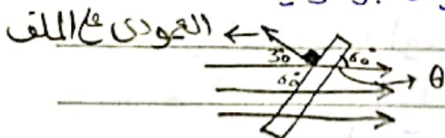
$$\theta = 0^\circ$$

\* إذا كان الملف يميل على خطوط الفيض بزاوية  $30^\circ$

$$\therefore \theta = 30^\circ$$

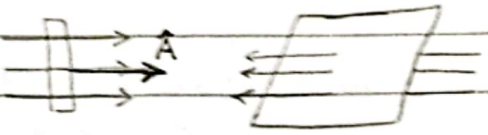
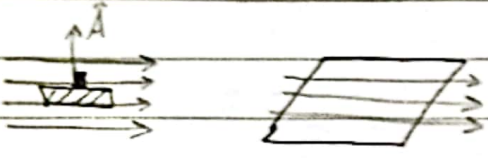


\* إذا كان العمود على الملف يميل على خطوط الفيض بزاوية  $30^\circ$



$$\therefore \theta = 60^\circ$$



وجهة المقارنة	عندما يكون مستوى الملف عمودياً على خطوط الفيض	عندما يكون مستوى الملف موازياً لخطوط الفيض
الشكل		
الفيض المغناطيسي $\Phi_m$	قيمة غلي	صفر (ينعدم)
الزاوية المحصورة بين مستوى الملف وخطوط الفيض	$90^\circ$	$0^\circ$
الزاوية المحصورة بين العمود على مستوى الملف وخطوط الفيض	$0^\circ$	$90^\circ$

إذا كان الملف عمودياً على خطوط الفيض

نعم



$$\theta = 90^\circ$$

ا- دارة الملف بزاوية  $30^\circ$  ←  $\theta = 60^\circ / 120^\circ$   
 \* إذا كان الملف عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسي  
 ويدور بزاوية معينة إما ← تجمع الزاوية مع  $90^\circ$   
 ← طرح الزاوية من  $90^\circ$



٢- دار الملف ربع دورة (٩٠°) ←  $\theta = 0^\circ / \theta = 180^\circ$

٣- دار الملف  $\frac{1}{12}$  دورة ←  $\theta = 120^\circ / \theta = 60^\circ$   
 $\frac{1}{12} \times 360 = 30^\circ$

\* إذا كان الملف موازى لخطوط الفيض ثم  $\theta = 0$



١- دار الملف بزاوية  $30^\circ$  ←  $\theta = 30^\circ$

\* إذا كان الملف موازى لخطوط الفيض ودار بزاوية معينة فإنه  $\theta$  ← تجمع الزاوية مع الصفر

٢- دار ربع دورة (٩٠°) ←  $\theta = 90^\circ$

٣- دار الملف  $\frac{1}{12}$  دورة ←  $\theta = 30^\circ$   
 $\frac{1}{12} \times 360 = 30^\circ$



\* إذا كان الملف مائل على خطوط الفيض بزاوية  $60^\circ$

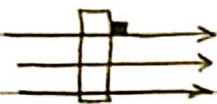
١٣ ← إذا دار الملف بزاوية  $30^\circ$

عكس عقارب الساعة

مع عقارب الساعة

$\theta = 90^\circ$

$\theta = 30^\circ$



دار الملف لعكس عقارب

\* إذا دار الملف بزاوية

أطرح الزاوية التي دار بها من

الزاوية المائل بها إذا دار

مع عقارب الساعة

وإذا دار عكس عقارب الساعة

تجمع الزاويتين

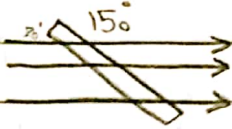


## ١٢) إذا دار الملف مربع دورة (90°)

عند عقارب الساعة

$$60 + 90 = 150$$

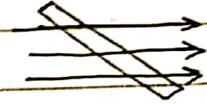
$$\theta = 150^\circ$$



مع عقارب الساعة

$$60 - 90 = -30^\circ$$

$$\theta = -30^\circ$$



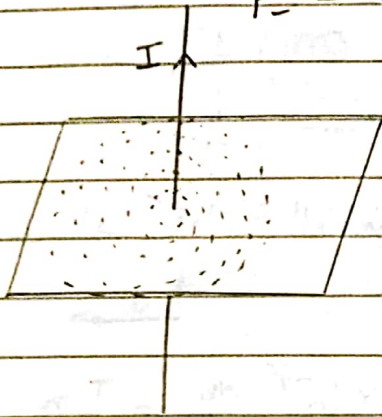
هنا نجمع حسب القاعدة

للسابق ذكرها

هنا نطرح حسب

القاعدة السابق ذكرها

المجال للمغناطيسي الناشئ عن  
مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم

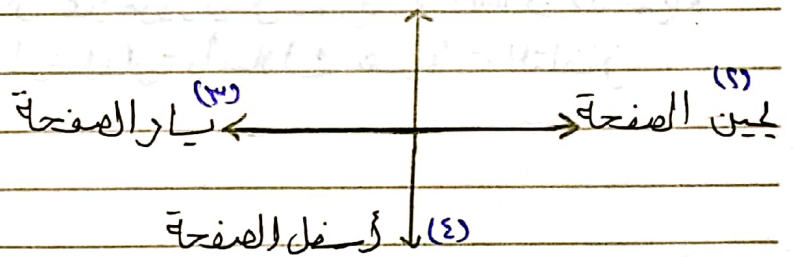


\* شكل المجال :  
عبارة عن دوائر مغلقة المركز منتظمة  
تنزاح من عند / بالقرب من السلك  
« دلالة على أنه كثافة الفيض المغناطيسي  
أكبر عندها، وتتباين بالبعد عن  
السلك » « دلالة على أنه كثافة الفيض تقل »

\* تحديد اتجاه المجال للمغناطيسي  
باستخدام قاعدة ليد اليد اليمنى  
والتي تستخدم في تحديد اتجاه المجال للمغناطيسي الناشئ عن مرور  
تيار كهربائي في سلك مستقيم

القاعدة : نقبض باليد اليمنى على السلك فإنه الإبهام يشير  
إلى اتجاه التيار وباقي الأصابع تشير إلى اتجاه المجال

\* هناك ست اتجاهات (أحدها نتعامل معها  
(1) وعلى الصفحة



x x | --  
x x | --  
x x | --  
x x | --  
x x | --  
x x | --

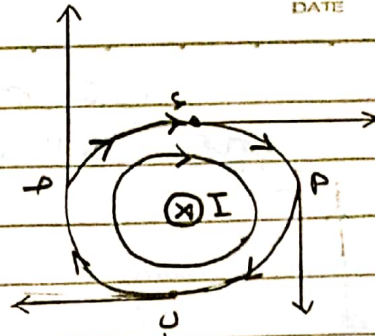
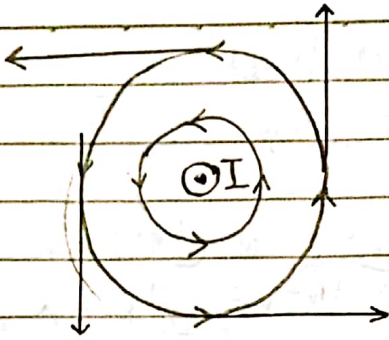
-- | x x  
-- | x x  
-- | x x  
-- | x x  
-- | x x  
-- | x x

(6) x عودي على الصفحة للداخل  
(7) عودي على الصفحة للخارج

x x x I x x x  
-- -- --

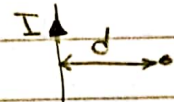
-- -- I --  
x x x x x x





\* حساب كثافة الفيض  $B$

$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$  قانون أمبير الدائري



علاقة طردنية  $B \propto I$

علاقة عكسية  $B \propto \frac{1}{d}$

$\mu_{\text{هواء}} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{W_b}{A \cdot m} = \frac{T \cdot m}{A}$

$\mu_{\text{حديد}} = 2 \times 10^{-3} \frac{W_b}{A \cdot m}$

$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$

$\mu = \frac{B \times 2\pi d}{I}$

$\Phi_m = BA$

$W_b = T \cdot m^2$

$= \frac{T \cdot m}{A}$

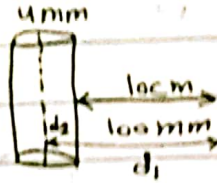
$T = \frac{W_b}{m^2}$

$= \frac{W_b \cdot m}{m^2 \cdot A} = \frac{W_b}{A \cdot m}$

عالم: يجب عدم مرور أسلاك هوائي للتلفاز بجوار أسلاك الكهرباء؟  
لأن المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في أسلاك الكهرباء  
يحدث تشويش في الإشارة المارة بأسلاك هوائي التلفاز.

$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t} = \frac{V}{R} = \frac{V_B}{R+r}$$

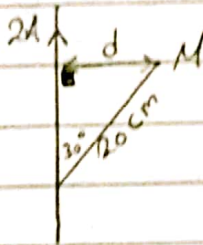


عند ما يدور في المسألة ذره ذرة

$$1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

$$d = 2 + 100 = 102 \text{ mm}$$

$$d = d_1 + d_2 \quad \text{المسافة تكون}$$



$$\sin(30) = \frac{d}{20} = \frac{1}{2}$$

$$2d = 20 \text{ cm}$$

$$d = 10 \text{ cm}$$

عند ما يكون هناك مجالين مؤثرين في نقطة

$$B_t = B_{\text{داخل}} + B_{\text{خارج}}$$

$$B_t = B_{\text{داخل}} - B_{\text{خارج}}$$

$$= B_{\text{خارج}} - B_{\text{داخل}}$$

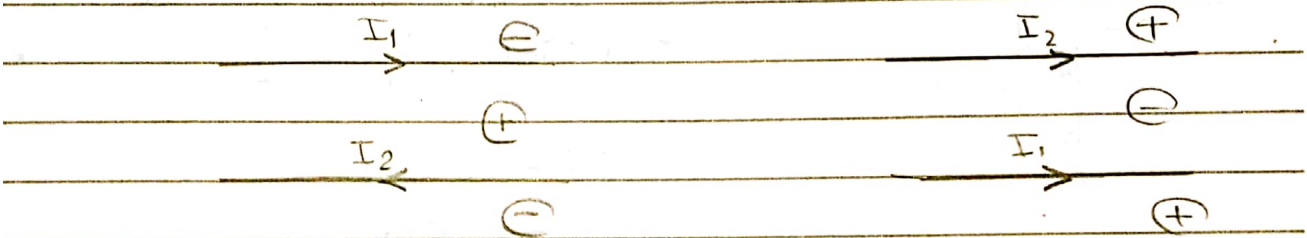
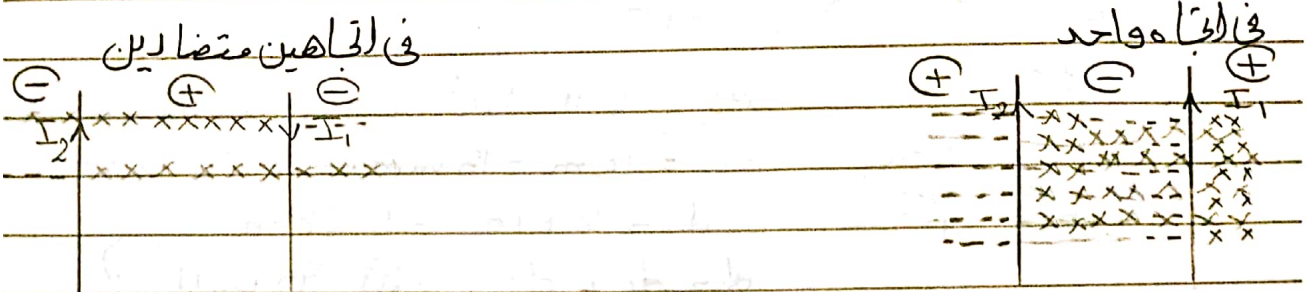
اتجاه للمجال يكون في اتجاه كثافة الفيض الأكبر

المجال الناشئ عن مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم

هو مجال مغناطيسي غير منتظم

لذلك تساوي كثافة الفيض عند أي نقطة عليه

## سلكين متوازيين يحملان تيار كهربائي



نقطة التعادل: هي النقطة التي تنعدم عندها كثافة الفيض  $B_t = 0$   
 خواص نقطة التعادل  
 ١- تقع في منطقة طرق المجالات

٢- تكون أقرب لسلك الأقل تياراً

٣- المجال عند  $(B_1, B_2)$  متاويان في المقدار ومتضادين في الاتجاه

٤- تقسم المسافة بين السلكين بنفس نسب التيارات

$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$$



١- متى تقع نقطة التعادل بين سلكين متوازيين يحملان تيار كهربائي؟  
عندما يكون التياران في نفس الاتجاه

٢- متى تقع نقطة التعادل في منتصف المسافة بين السلكين متوازيين يحملان تيار كهربائي؟  
عندما يكون التياران في نفس الاتجاه ولهما نفس الشدة

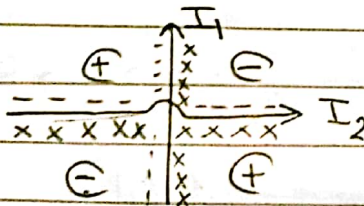
٣- متى تقع نقطة التعادل خارج السلكين متوازيين يحملان تيار كهربائي؟  
عندما يكون التياران في الاتجاهين متعاكسين وغير متساويين في الشدة

\* إذا وضعنا بوصلة عند نقطة ولم تنحرف فإد النقطة تكون نقطة تعادل

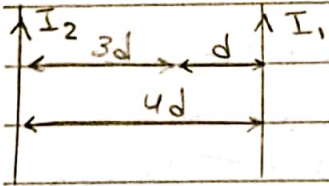
٤- متى لا توجد نقطة تعادل لسلكين متوازيين يحملان تيار كهربائي؟

إذا كان التياران في الاتجاهين متعاكسين ولهما نفس الشدة علا  
لأنه عند أي نقطة خارج السلكين بجوار السلك (١)  
تكون  $B_1 > B_2$  وإذا وعند أي نقطة خارج السلكين بجوار السلك (٢)  
تكون  $B_2 > B_1$  الثاني تكون  $B_2 > B_1$  دائما  
وبذلك من المستحيل أن يتساوى المجالين  
عند أي نقطة خارج السلكين ولذلك من المستحيل  
أن توجد نقطة تعادل في هذه الحالة

٥- متى يوجد نقطتي تعادل لكمان يحملان تيار كهربائي؟  
عندما يكون السلكين متعامدين



٦. كيف يمكن الحصول على نقطة تعادل بين سلكين يحملان تياراً كهربائياً حيث تبعد عن أحد السلكين ربع المسافة الكلية بين السلكين؟



$$\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$$

$$\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{3d}$$

$$I_2 = 3I_1$$

عندما يكون تيار السلك القريب من نقطة التعادل  $\frac{1}{3}$  تيار السلك البعيد عن نقطة التعادل

\* المجالان في اتجاه واحد

x x x x x  $B_1$   
x x x x x  $B_2$

$\rightarrow B_1$   
 $\rightarrow B_2$

$\uparrow B_1$   
 $\uparrow B_2$

$$B_T = B_1 + B_2$$

\* المجالان متعاكسان

x x x x x  $B_1$   
.....  $B_2$

$\rightarrow B_1$   
 $\leftarrow B_2$

$\uparrow B_1$   
 $\downarrow B_2$

$$B_T = B_1 - B_2$$

\* المجالان متعامدان

$\uparrow B_1$   
 $\rightarrow B_2$

$\rightarrow B_1$   
 $\downarrow B_2$

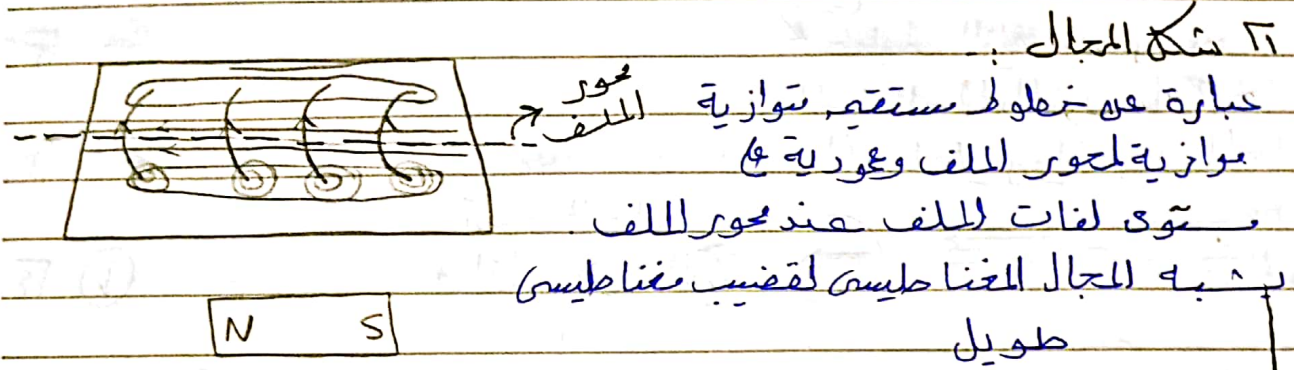
x x x x x  $B_1$   
 $B_2$  x x x x x

$\uparrow B_1$   
 $\uparrow B_2$

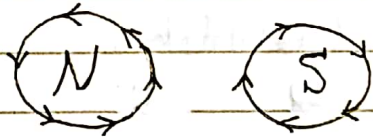
$$B_T = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$



« المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في حلف لولبي »



٢٢ تحديد اتجاه المجال :

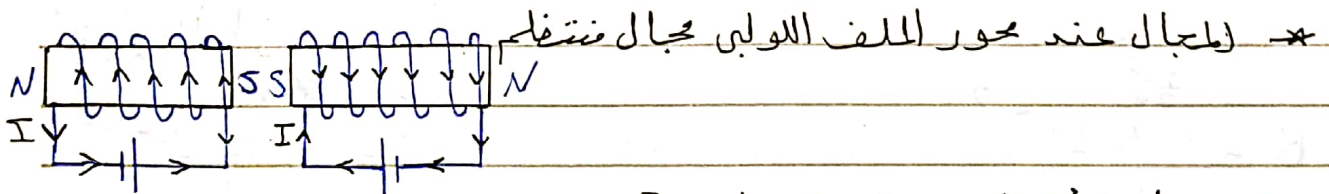


١- قاعدة البرمجة لليد اليمنى

٢- قاعدة عقارب الساعة

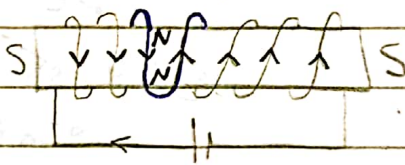
٣- قاعدة إصبع اليد اليمنى :

نتخيل أننا نقبض على الملف باليد اليمنى بحيث تشير الأصابع إلى اتجاه التيار في اللفات فإنه الإبهام يشير إلى اتجاه المجال ويشير إلى القطب الشمالي



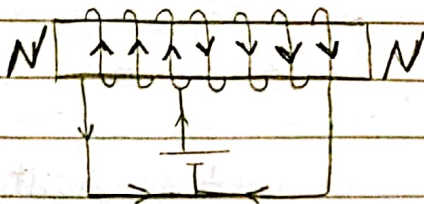
للحصول على أقطاب متشابهة خارجية

١- عكس اتجاه اللفات من المنتصف



٢- إدخال التيار من عند

منتصف لفات





في دى اتجاه تنحرف البوصلة

① ١٢



توضيح

خطوط الفيض تسير من

الشمال إلى الجنوب خارج

المغناطيس والداخل من الداخل

② ١٣

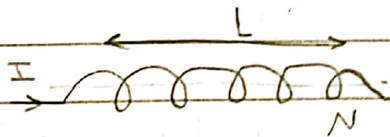
③ ١٤



تنحرف البوصلة  
في اتجاه خطوط الفيض

④ ١٥

١٦ حساب كثافة الفيض المغناطيسى



$$B = \frac{\mu N I}{L}$$

طول الملف L

إذا قطع ملف لولبي من منتصفه ووصل الجزء الباقى

بنفس المصدر

$$B = \frac{\mu N I}{L \rightarrow \frac{L}{2}} \rightarrow 2$$

تزداد كثافة الفيض المضعف  
حيث تزداد شدة التيار

للمضعف

بنفس التيار

$$B = \frac{\mu N I}{\frac{L}{2} \leftarrow L} \rightarrow \text{ثابت}$$

تقل كثافة الفيض  
ثابتة

إذا قطع ملف لولبي من منتصفه مع بقاء طول ثابت  
ووصل الجزء الباقى

بنفس المصدر

$$B = \frac{\mu N I}{L} \rightarrow 2$$

تقل كثافة الفيض ثابتة

بنفس التيار

$$B = \frac{\mu N I}{L} \rightarrow \text{ثابت}$$

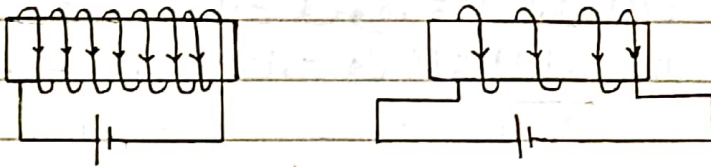
تقل كثافة الفيض للنصف

\* إذا انقصت المسافة الفاصلة بين كلاً من ملفين من لفات ملف لولبي للنصف، فإنه كثافة الفيض المغناطيسي عند منتصف محوره  
 أ. تزداد للضعف  
 ب. تزداد إلى قيم أكبر من الضعف  
 ج. تزداد إلى قيم أقل من الضعف

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{L_1}{L_2}$$

ليس شرط أنه يقل الطول للنصف القيم لوجود حمل للملك

\* إذا انقصت عدد لفات ملف لولبي للنصف مع بقاء طوله وتغير لفة ثابتين وتوصيله بنفس المصدر فإنه كثافة الفيض عند محوره



أ. تزداد للضعف

ب. تقل للنصف

ج. لا تتغير

$$B = \frac{\mu N I}{l}$$

ثابت

لنقل  $\frac{1}{2}$

لثابت

I ثابت

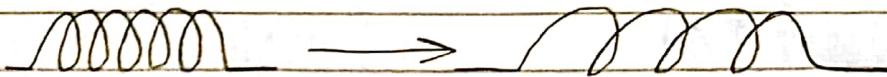
في هذا المثال:

B تقل للنصف

«I» شدة التيار ثابتاً لعدم تغير مقاومة الملك حيث

أنه لم يقلل طول الملك «أي قصه» ولكنه قام بتغير عدد لفاته

عند عن طريق شد الملك هكذا



وهكذا أيضاً ثم نقص عدد اللفات «N»

\* في المثال السابق إذا قال تم قص الملك فهذا تغيير شدة التيار و يتغير الطول ونعوض في القانون به وهكذا



ملاحظات وأفكار مسائل الملف اللولبي

$B = \frac{\mu NI}{l}$  طول الملف  $l$

$R = \frac{\rho L}{A}$

«I» شدة التيار المار في الملف

«N» عدد لفات الملف

«A» حوال الملف

$N = \frac{l \mu}{2\pi r}$

المجال عند محور الملف بحال مفتوح

عدد اللفات في وحدة الأطول (n)

= عدد اللفات في المتر الواحد (n)

$n = \frac{N}{L}$

لف/متر / Turn/m

$B = \frac{\mu NI}{L}$

$B = \mu n I$

ملف يحتوي على 150 لفة  $N = 150$

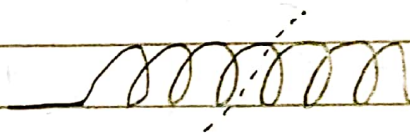
ملف يحتوي على 150 لفة متر  $n = 150$

ملف يحتوي على 20 ألفا سنيمتر  $n = 20 \times 10^2$

$\frac{cm}{1} \xrightarrow{\times 10^{-2}} m$   
 $\frac{1}{cm} \xrightarrow{\times 10^2} \frac{1}{m}$

$\frac{1}{cm^2} \xrightarrow{\times 10^4} \frac{1}{m^2}$

$cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m$



ملف لولبي قطع من منتصفه

n : تظل ثابتة

حيث N قل  $\frac{1}{2}$

$n = \frac{N}{L}$  تظل ثابتة

ل قل  $\frac{1}{2}$

النسبة =  $\frac{0.5}{0.5} = 1$  اختزل n ثابتة



إذا قطع ملف لولبي من منتصفه مع بقاء طوله ثابت

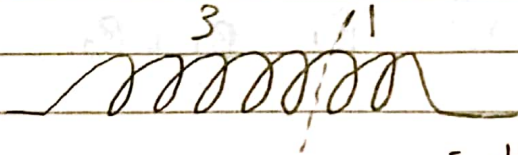
تقل  

$$N = \frac{N}{2} \rightarrow \frac{1}{2}$$

$$L \leftarrow \text{ثابت}$$

فإنه  $N \leftarrow$  تقل للنصف  
 حيث  $N \leftarrow \frac{1}{2}$  ،  $L \leftarrow$  ظل ثابت  

$$\therefore \frac{B_1}{B_2} = \frac{0,5}{1} = 0,5$$

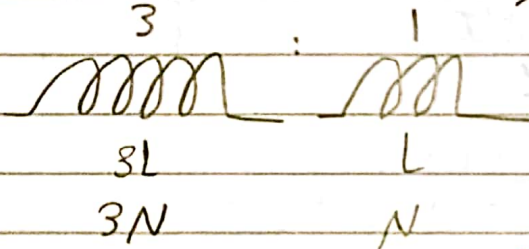


ملف قطع بنسبة 1 : 3

تقل  

$$B = \frac{\mu N I}{L}$$

$$L \leftarrow$$



إذا وصلنا بنفس التيار

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

عند التوصيل بنفس المصدر / فرق الجهد

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{3L}{L} = 3$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1}$$

عند التوصيل بنفس المصدر

«  $L$  طول اللف وينفع طول الملف في هذه الحالة »

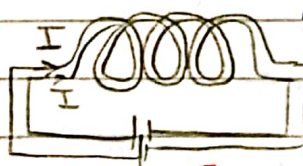
عند التوصيل بنفس شدة التيار

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{1} = 1$$

\* ملفين لولبيين لهما محور مشترك

التيار لهما متعاكسين  

$$B_t = B_1 - B_2$$



التيار لهما في نفس الاتجاه  

$$B_t = B_1 + B_2$$



\* ملف ملفين لولبيين

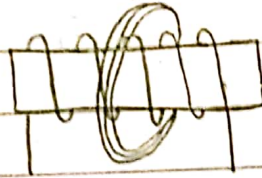
$B_t = 0$  عند محور الملف

## \* ملف دائري ملفوف حول ملف لولبي

التيارات متعاكسة

$$B_t = B_1 - B_2$$

$$B_2 < B_1$$



التيارات في نفس الاتجاه

$$B_t = B_1 + B_2$$

$$B \text{ دائري} = \frac{\mu NI}{2r}$$

$$B \text{ لولبي} = \frac{\mu NI}{l}$$

## \* ملف دائري أصبحت لفاته فأمصبح لولبي أو ملف لولبي ضغلت لفاته فأمصبح دائري

$$B \text{ دائري} = \frac{\mu NI}{2r}$$

$$B \text{ لولبي} = \frac{\mu NI}{l}$$

$$\frac{B \text{ دائري}}{B \text{ لولبي}} = \frac{\mu NI}{2r} \times \frac{l}{\mu NI} = \frac{l}{2r}$$

## \* إذا كانت لفات الملف اللولبي متماسة (متلاصقة)

فإن طول الملف = قطر اللف  $\times$  عدد اللفات

(N)

(2r)

(l)

$$l = 2rN$$

طول الملف نصف قطر اللف

$$B = \frac{\mu I}{2r}$$

$$B = \frac{\mu NI}{l} = \frac{\mu NI}{2rN} = \frac{\mu I}{2r}$$

نصف قطر اللف



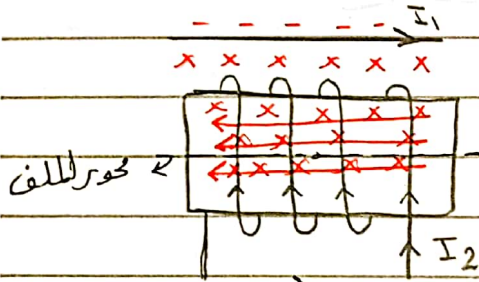


I السلك عمودياً على محور الملف

$$B_t = \sqrt{B_{\text{سلك}}^2 + B_{\text{ملف}}^2}$$

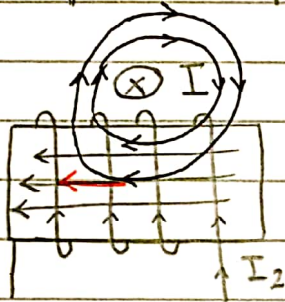
$$\left( \frac{\mu I_1}{2\pi d} \right)^2$$

$$\left( \frac{\mu N I_2}{l} \right)^2$$



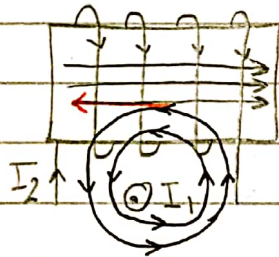
II السلك موازى لمحور الملف اللولبي

$$B_t = \sqrt{B_{\text{سلك}}^2 + B_{\text{ملف}}^2}$$



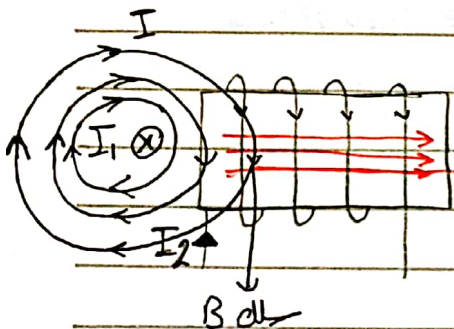
III عندما يكون تيار السلك عمودى على الصفحة الداخلى

$$B_t = B_{\text{سلك}} + B_{\text{ملف}}$$



IV عندما يكون تيار السلك عمودى على الصفحة الخارجى

$$B_t = B_{\text{ملف}} - B_{\text{سلك}}$$



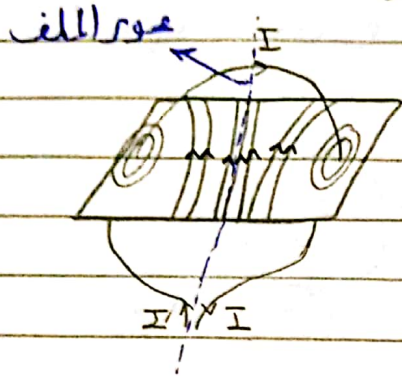
V تيار السلك الداخلى موضوع بجانب الملف

$$B_t = \sqrt{B_{\text{سلك}}^2 + B_{\text{ملف}}^2}$$



$$B_t = \sqrt{B_{\text{اولی}}^2 + B_{\text{دائری}}^2}$$

المجال المغناطيسي الناشئ عن  
مروحة تيار كهربى فى ملف دائرى



٢٢ شكل المجال (خواصه)

هو عبارة عن خطوط مستقيمة  
متوازية وموازية لمحور الملف  
عند المركز وعمودية على مستوى  
الملف

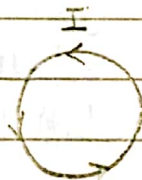
مجال الملف الدائرى يشبه المجال المغناطيسى  
لغناطيس قصير

ويمثل المجال المغناطيسى لقرص مصمت

٢٣ تحديد اتجاه المجال

- قاعدة البرية اليمنى (المكسويل)
- قاعدة عقارب الساعة
- قاعدة إصبع اليد اليمنى

٢٤ قاعدة البرية اليمنى



تستخدم لتحديد المجال المغناطيسى عند مركز ملف دائرى يمر به  
تيار كهربى

النص (طريقه الاستخدام) : نتخيل أننا ندير بريشة باليد اليمنى

عند مركز الملف بحيث يشير اتجاه دورانها إلى اتجاه التيار  
و اتجاه اندفاعها مع المجال



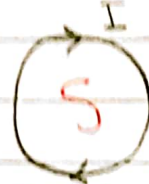
## ٣٢ قاعدة عقارب الساعة

- تستخدم لتحديد قطبية الملف الدائري

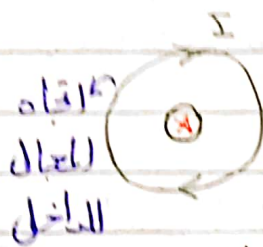
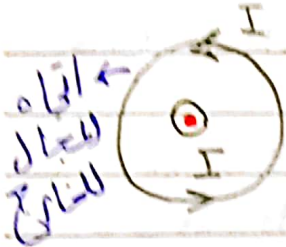
لأن معرفة نوع الأقطاب لكل وجه



عند عقارب الساعة  
قطب شمالي



مع عقارب الساعة  
قطب جنوبي



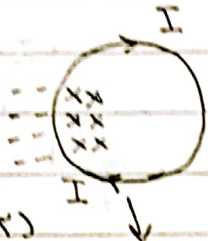
## ٣٣ قاعدة إصبع اليد اليمنى

لتجاه الأصابع عند

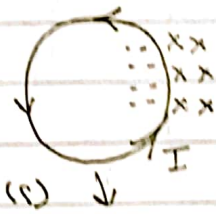
اتجاهها في الملف المستقيم

حيث يشير إصبع الإبهام إلى اتجاه المجال

إلى اتجاه التيار ويشير الإبهام إلى اتجاه المجال



(٣٢)



(٣٣)



(٣٤)

## ٣٤ تطبق قاعدة إصبع اليد اليمنى

اليمنى في السلك المستقيم «نقص

على أنه اتجاه الأصابع يشير للمجال

واتجاه الإبهام يشير لاتجاه التيار»

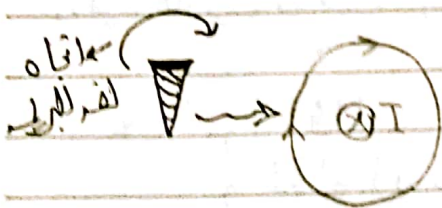
على جزء من الدائرة كما في (١)، (٢)، (٣)

كما تطبق في «أ»

\* يمكن استخدام قاعدة البرية اليمنى في تحديد اتجاه مجال سلك مستقيم

حيث يكون اتجاه اندفاعها مع التيار

واتجاه دورانها مع المجال



## « ملاحظات »

١- المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربى فى ملف دائرى يشبه المجال المغناطيسى لعمود مغناطيسى قصير

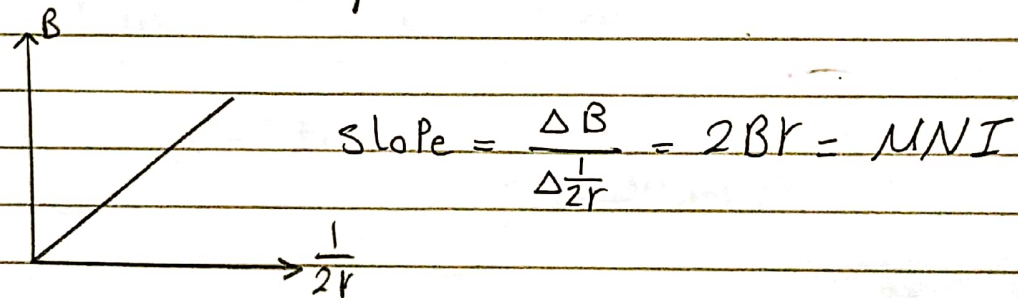
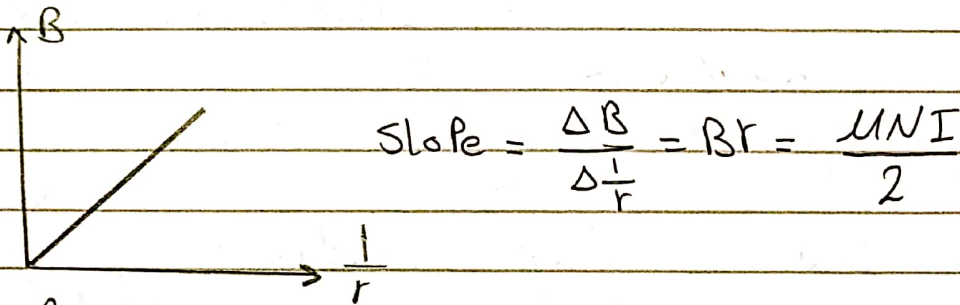
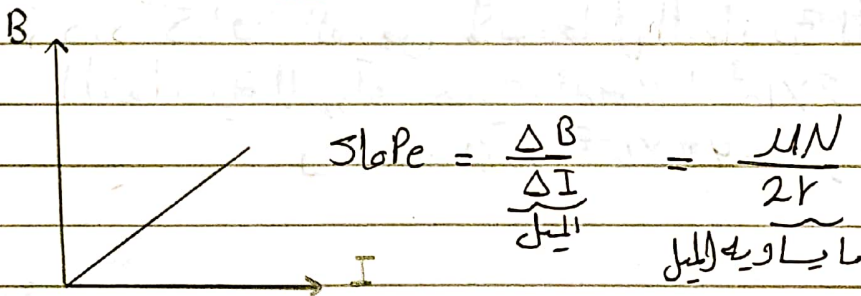
٢- ملف دائرى يمر به تيار كهربى يكافئ ثنائى قطب مغناطيسى

٣- الملف الدائرى الذى يمر به تيار كهربى يماثل مغناطيس على هيئة قرص مصمت

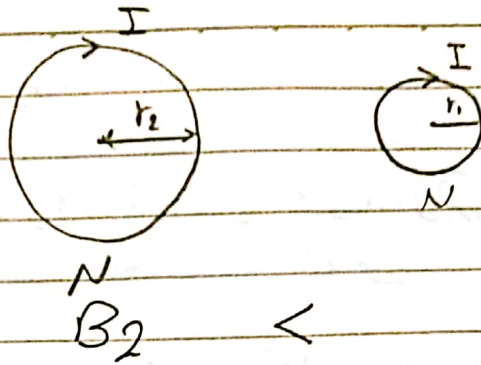
٣ حساب كثافة الفيض  $B$

$$B = \frac{\mu NI}{2r}$$

« ٢ » نصف قطر الملف







ماذا يحدث عند ما النتائج المترتبة على

زيادة شدة التيار المار في ملف دائري للضعف وزيادة  
اللف أيضاً للضعف

تظل كثافة الفيض ثابتة

$$\frac{2}{2} = 1$$

ماذا يحدث عند

وضع سلك من الحديد المطاوع داخل ملف دائري يمر به تيار

كهربي مستقر؟

تزداد كثافة الفيض لأنه معامل النفاذية للحديد أكبر من معامل

النفاذية للهواء حيث أنه  $2 \times 10^{-3} \text{ Wb/A.m}$  للحديد

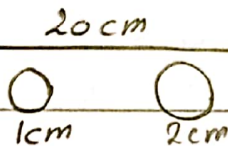
و  $4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$  للهواء

« ملاحظات وأفكار المائل على الملف الدائري »

$$B = \frac{\mu N I}{2r}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{V}{R} = \frac{V_B}{R' + r}$$

$$R = \frac{\rho_e l}{A_{\text{الـ}}} = \frac{\rho_e \cdot l}{\pi r^2_{\text{الـ}}}$$



\* عدد اللفات = طول السلك ÷ محيط اللف الواحدة

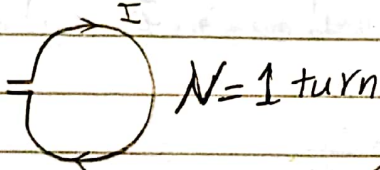
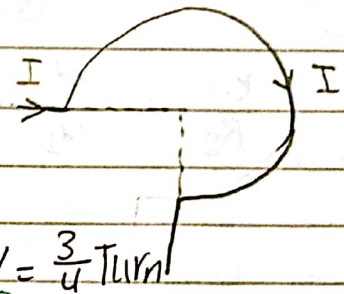
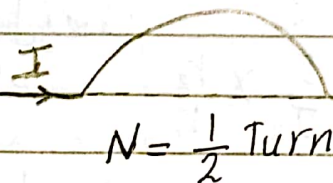
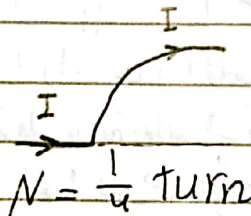
$$N = \frac{L}{2\pi r} \rightarrow \text{ملف}$$

$$r_{\text{ملف}} = \frac{L}{2\pi N}$$

$$N=1$$

\* عندما يقول سلك شكل دائرة واحدة ← لفة دائرية

\* إذا كان السلك يصنع جزء من دائرة

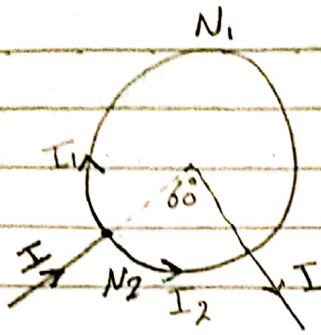


\* عدد اللفات = الزاوية التي يصنعها السلك ÷ 360



$$N = \frac{\theta}{360} = \frac{330}{360} = \frac{11}{12}$$





$$N_1 = \frac{360}{360} = \frac{5}{6}$$

$$N_2 = \frac{60}{360} = \frac{1}{6}$$

مثال ١ -

\* عند إعادة لف ملف دائري بعدد لفات مختلف فإن نصف القطر يتغير بنسب عكسية مع عدد اللفات

$$l_1 = l_2$$

$$2\pi r_1 N_1 = 2\pi r_2 N_2$$

$$N = \frac{l}{2\pi r}$$

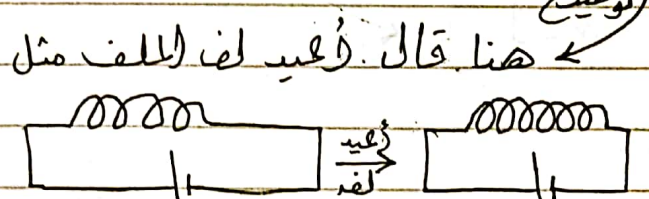
$$l = 2\pi r N$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

\* إذا زاد عدد لفات ملف دائري فبأنه كثافة الفيض تزيد للفائف

\* إذا أعيد لف ملف دائري بحيث يزداد عدد لفاته للضعف فإنه كثافة الفيض عند مركزه تزداد إلى ٤ أمثاله

$$B = \frac{\mu N I}{2r}$$



هنا قال أعيد لف الملف مثل

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \times \frac{N_1}{N_2} \times \frac{I_1}{I_2} \times \frac{r_2}{r_1}$$

الآن طرر دعتي بأنه لم يترك ذلك

$$4 = \frac{2}{0.5}$$

والثوابت تحذف من العلاقة

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1}{N_2} \times \frac{r_2}{r_1}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

تستخدم عند ما يقول

عند إعادة لف

ملف دائري

$$= \frac{N_1}{N_2} \times \frac{N_1}{N_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

$$1 = \frac{r_2}{r_1} \times \frac{r_2}{r_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

## \* ملفان دائريان لهما مركز مشترك

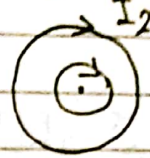
التيارين في اتجاهين متعاكسين



$$B_t = B_1 - B_2$$

كبير  
صغير  
اتجاهها مع الأكبر  
في كثافة الفيض

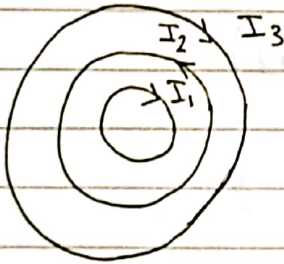
التيارين في نفس الاتجاه



$$B_t = B_1 + B_2$$

$$= \frac{\mu N_1 I_1}{2r_1} + \frac{\mu N_2 I_2}{2r_2}$$

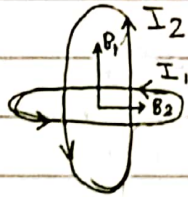
اتجاه المحصلة مع ذي منها



$$B_t = B_1 - B_2 + B_3$$

$$= (B_1 + B_3) - B_2$$

$$= B_2 - (B_1 + B_3)$$



\* ملفان متعامدان  
لمجاله متعامدان أيضاً  
اتجاهات التيارات

$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

\* عندما يكون هناك ملفان يمر بهما تياران في نفس الاتجاه

$$\therefore B_t = B_1 + B_2$$

\* وبعد دوران أحدهما  $180^\circ$

$$B_t = B_1 - B_2$$

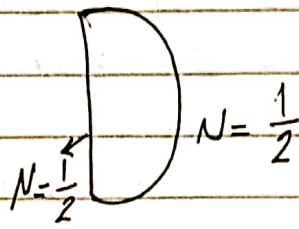
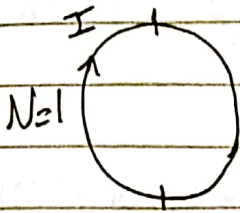
كبير - صغير

\* إذا دار أحدهما  $90^\circ$  أصبحا متعامدان

$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

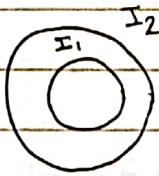


\* حلقة ثنيت من منتصفها



$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

\* ملفان دائريان لهما مركز مشترك يمر بكل من منهما تيار كهربائي



وعند فكر اتجاه التيار في أحد الملفان  
قلت كثافة الفيض الناشئة عنها  
عند المركز إلى النصف

$$B_{t2} = \frac{1}{2} B_{t1}$$

$$B_1 > B_2$$

$$B_1 - B_2 = \frac{1}{2} (B_1 + B_2)$$

$$\frac{1}{2} B_1 = \frac{3}{2} B_2 \quad \times \frac{1}{2}$$

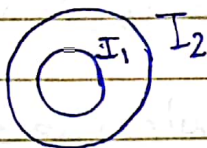
$$B_1 = 3 B_2$$

$$\frac{\mu N_1 I_1}{2r_1} = \frac{3 \mu N_2 I_2}{2r_2}$$

$$\frac{N_1 I_1}{r_1} = \frac{3 N_2 I_2}{r_2}$$

\* ملفان دائريان لهما مركز مشترك يمر بكل منهما تيار كهربائي

وعند عكس اتجاه التيار في أحد الملفان  
زادت كثافة الفيض للضعف



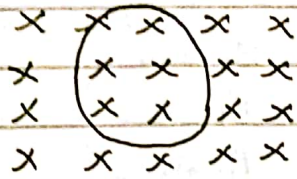
$$B_{t2} = 2 B_{t1}$$

$$B_1 + B_2 = 2 (B_1 - B_2)$$

$$B_1 + B_2 = 2 B_1 - 2 B_2$$

$$3 B_2 = B_1$$

ملف دائري موضوع في مجال مغناطيسي خارجي



$B_1 \leftarrow$  ملف

$B_2 \leftarrow$  خارجي

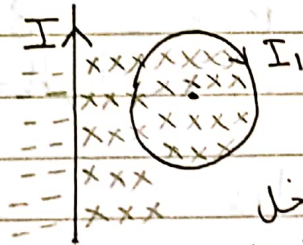
عند عكس اتجاه التيار في الملف  
قلت كثافة الفيض للنصف

$$B_{t2} = \frac{1}{2} B_{t1}$$

$$B_1 > B_2$$

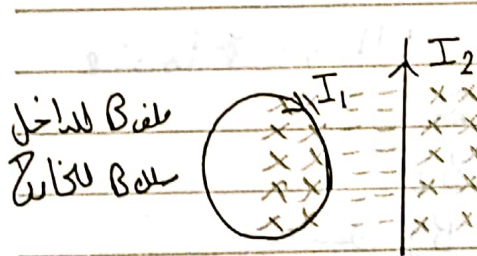
$$B_1 - B_2 = \frac{1}{2} (B_1 + B_2)$$

مسائل للملف الدائري مع سلك مستقيم



$$B_t = B_{\text{ملف}} + B_{\text{سلك}}$$

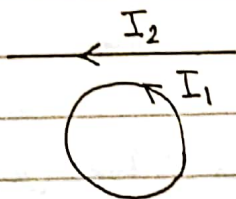
« حسب تطبيق قاعدة أمبير »  
للتيار الدائري في الملف الدائري «  
ملف B للداخل  
سلك B للداخل



ملف B للداخل  
سلك B للخارج

$$B_t = B_{\text{ملف}} - B_{\text{سلك}}$$

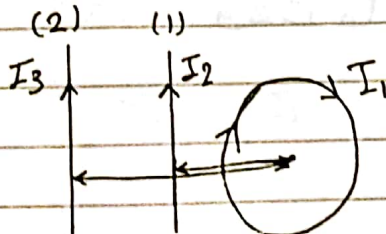
«  $B_{\text{ملف}} > B_{\text{سلك}}$  »



ملف B للخارج

سلك B داخلي

$$B_t = B_{\text{ملف}} + B_{\text{سلك}}$$



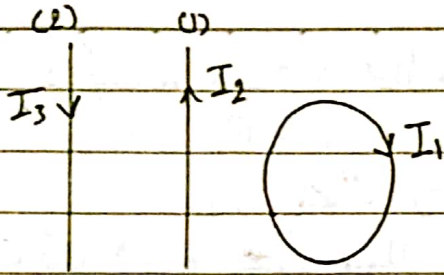
$B_1$  ملف

$B_2$  سلك 1

$B_3$  سلك 2

$$B_t = B_1 + B_2 + B_3$$

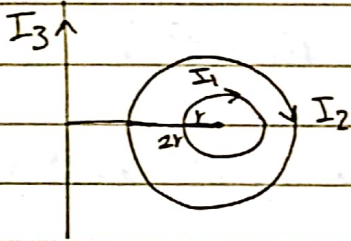




$$B_T = B_1 + B_2 - B_3$$

ملف B للداخل  
 B<sub>1</sub> للداخل  
 B<sub>2</sub> للخارج

٢٥



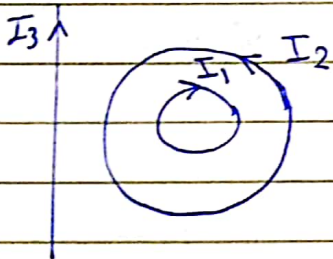
$$B_T = B_1 + B_2 + B_3$$

ملف B ، B<sub>1</sub> ، B<sub>2</sub> للداخل  
 مجالها للداخل

٢٦

وعند عكس اتجاه التيار اللاء

$$B_T = B_1 + B_2 - B_3$$



عندما تدور الحلقة الخارجية 180°

B<sub>1</sub> للداخل  
 B<sub>2</sub> للخارج  
 B<sub>3</sub> للداخل

$$B_T = B_1 + B_3 - B_2$$

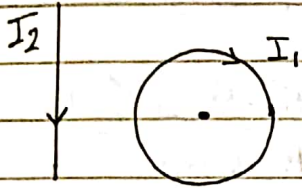
«الملخص» - «عندما تكون التيارات في نفس الاتجاه فنجع  
 وعندما تكون التيارات في عكس الاتجاه نطرح»

★ ★ اتجاه مجال الملف الموضوع بين سلكين  
يكون نفس اتجاه مجال السلك الأقل  
في شدة التيار

PAGE

DATE

في الحالات الآتية إذا كانت نقطة التعادل عند مركز الملف



$$B_{\text{سلك}} = B_{\text{ملف}}$$

$$\frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} = \frac{\mu_0 N I_1}{2r}$$

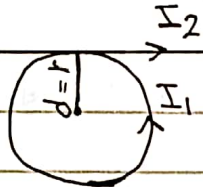
I

ملف B للداخل

$$\frac{I_2}{\pi d} = \frac{N I_1}{r}$$

∴ B سلك > B ملف ∴ سيكون للحلقة

∴ اتجاه التيار في السلك لأعلى



$$B_{\text{سلك}} = B_{\text{ملف}}$$

$$\frac{\mu_0 I_2}{2\pi d} = \frac{\mu_0 N I_1}{2r}$$

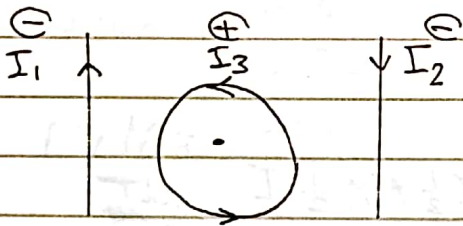
II

سلك B للداخل

ملف B للخارج

$$\frac{I_2}{\pi} = N I_1$$

∴ اتجاه التيار في الملف عكس  
عقارب الساعة



$$B_t = B_{\text{سلكين}}$$

$$B_{\text{سلك (1)}} + B_{\text{سلك (2)}} = B_{\text{ملف}}$$

III

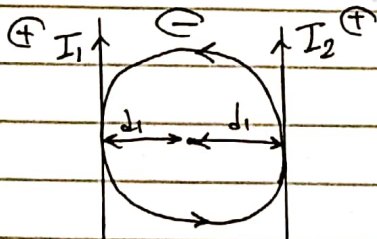
(1)

(2)

$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} + \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} = \frac{\mu_0 N I_3}{2r}$$

Bt سلكين للداخل

∴ B ملف للخارج



$$B_t = B_{\text{سلكين}}$$

$$B_1 - B_2 = B_{\text{ملف}} \quad "B_1 > B_2"$$

IV

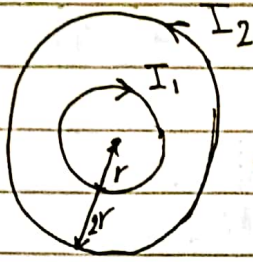
$$\frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} = \frac{\mu_0 N I_3}{2r}$$

Bt سلكين للداخل

∴ B ملف للخارج

$$\frac{I_1}{\pi} - \frac{I_2}{\pi} = N I_3$$





معينتان  
نسبة التيارات  $\frac{I_1}{I_2}$

عندما يكون المركز المشترك نقطة تعادل

← لكي يكون المركز نقطة تعادل

$$B_1 = B_2$$

$$\frac{\mu N_1 I_1}{2r_1} = \frac{\mu N_2 I_2}{2r_2}$$

\* التوضيح :-  
شدة التيار في الملفان

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2}$$

في الناحيتين متعاكسين  
حتى تقع نقطة التعادل

$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r_2}$$

ليزاحسا  $2I_1 = I_2$   
و  $B_1 = B_2$  حتى تكون  
 $B_t = 0$  وتكون نقطة تعادل  
← شرط «أ»

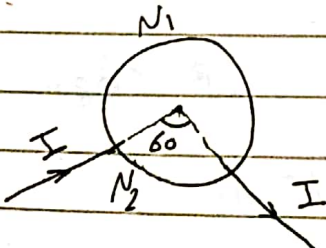
\* رى شكل هندسي منتظم للتيار يدخله من نقطة ويخرج من نقطة أخرى على نفس الشكل تكون كثافة الفيض عند مركزه = صفر

1- دائرة

$$B_1 = \frac{\mu \times \frac{1}{2} N \times \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{\mu I}{8r}$$

للخارج  $B_2 = \frac{\mu \times \frac{1}{2} N \times \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{\mu I}{8r}$

$$B_t = B_1 - B_2 = 0$$



$$N_1 = \frac{300}{360} = \frac{5}{6}$$

$$N_2 = \frac{60}{360} = \frac{1}{6}$$

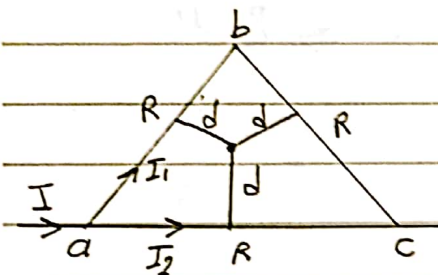
$$I_1 = I \times \frac{R}{6R} = \frac{1}{6} I$$

$$I_2 = I \times \frac{5R}{6} = \frac{5}{6} I$$

$$\text{لذا } B_1 = \frac{\mu \times \frac{5}{6} \times \frac{1}{6} I}{2r} = \frac{5\mu I}{72r}$$

$$\text{ولذا } B_2 = \frac{\mu \times \frac{1}{6} \times \frac{5}{6} I}{2r} = \frac{5\mu I}{72r}$$

$$B_t = B_1 - B_2 = 0$$



$$I_1 = I \times \frac{R}{3R} = \frac{1}{3} I$$

$$I_2 = I \times \frac{2R}{3R} = \frac{2}{3} I$$

$$B_{(ab)} = \frac{\mu \times \frac{1}{3} I}{2\pi d} = \frac{\mu I}{6\pi d} \rightarrow \text{لذا}$$

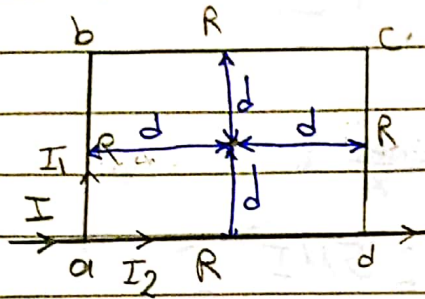
$$B_{(bc)} = \frac{\mu \times \frac{1}{3} I}{2\pi d} = \frac{\mu I}{6\pi d} \rightarrow \text{لذا}$$

$$B_{(ac)} = \frac{\mu \times \frac{2}{3} I}{2 \times d} = \frac{2\mu I}{6\pi d} = \frac{\mu I}{3\pi d}$$

$$\text{منه } B_t = (B_{ab} + B_{bc}) - B_{ac}$$

$$= \frac{\mu I}{6\pi d} + \frac{\mu I}{6\pi d} - \frac{\mu I}{3\pi d} = 0$$





$$I_1 = I \times \frac{R}{4R} = \frac{1}{4} I$$

$$I_2 = I \times \frac{3R}{4R} = \frac{3}{4} I$$

$$B_{ab} = B_{bc} = B_{cd} = \frac{\mu \times \frac{1}{4} I}{2\pi d} = \frac{\mu I}{8\pi d} \rightarrow \text{للداخل}$$

$$B_E = \frac{3\mu I}{8\pi d}$$

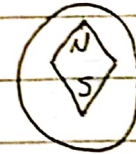
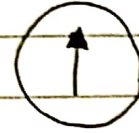
$$B_{ad} = \frac{\mu \times \frac{3}{4} I}{2\pi d} = \frac{3\mu I}{8\pi d} \rightarrow \text{للخارج}$$

$$B_E = B_{E \text{ للداخل}} - B_{ad}$$

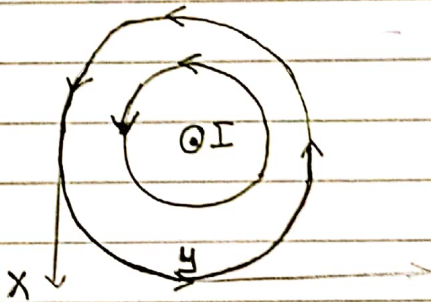
$$= \frac{3\mu I}{8\pi d} - \frac{3\mu I}{8\pi d} = 0$$

طريقة تحديد اتجاه الحراف لإبرة البوصلة

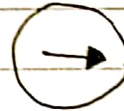
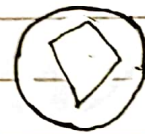
اتجاه إبرة البوصلة هو اتجاه خطوط المجال



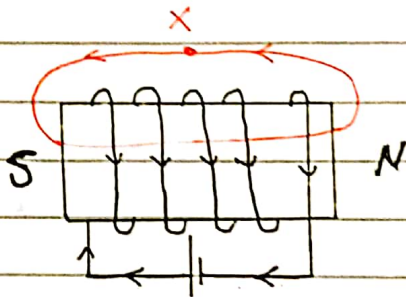
تحديد اتجاه إبرة البوصلة في ملف دائري



عند X ←



عند Y ←

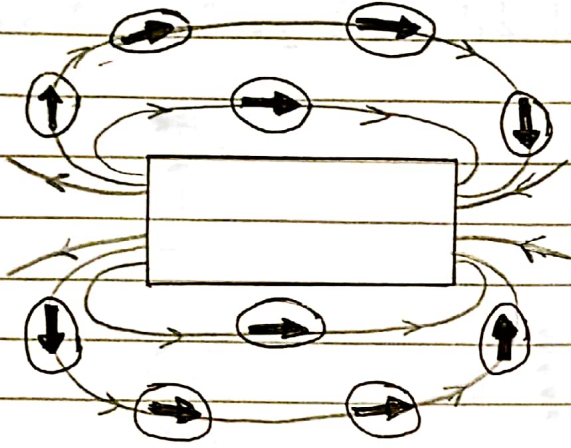


تحديد اتجاه إبرة البوصلة في ملف لولبي





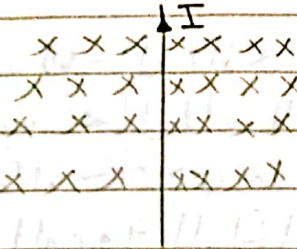
اتجاه ليرة البوملة في مجال قضيب مغناطيسي :-



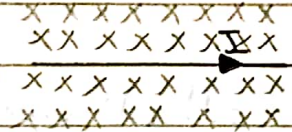
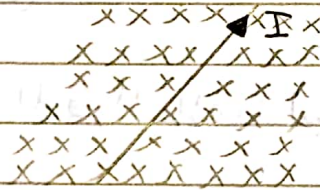
« اتجاه البوملة يكون  
مع اتجاه خطوط  
الفيض المغناطيسي »  
← هذه هي القاعدة

## « الدرس الثالث »

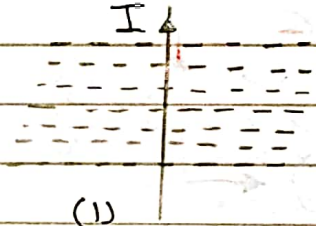
« القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي موضوع عمودياً على مجال مغناطيسي »



مجال مغناطيسي عمودي على مستوى الورقة للداخل وضع فيه سلك عمودي عليه



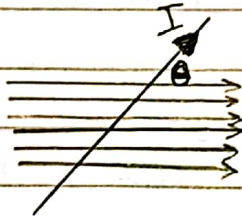
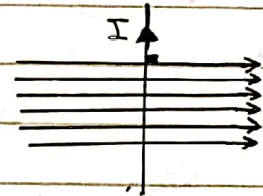
(c)



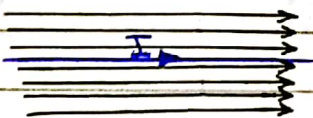
(a)

\* في الشكل «ا»، «ب»، «ج» السلك موضوع عمودي على مجال عمودي على الصفحة للخارج

← السلك هنا عمودي أيضاً على المجال

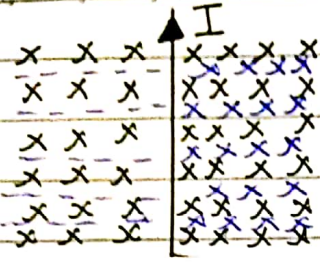


ويكن  
هنا للسلك يكون مائل على المجال للمغناطيسي بزاوية  $\theta$



هنا السلك يكون موازياً لحقل المجال للمغناطيسي



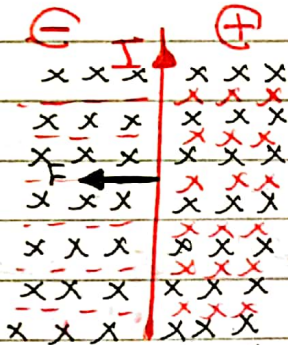


سؤال هنا :-  
كيف يكون اتجاه المجال على جانبي  
اللك للداخل ؟

ج : المجال الذي على جانبي اللك  
ليس مجال لللك وإنما يكون  
مجال خارجي موضوع على مستوى  
الورقة للداخل ومجال اللك يمثل باللوحة الأزرق

«تم تحديد المجال في اللك بتطبيق قاعدة أُمبير لليد اليمنى»

٢٢ تفسير سبب القوة :-



عند وضع سلك مستقيم يمر به  
تيار كهربى عمودياً على مجال مغناطيسى

فإن اللك قد يتأثر بقوة قد تحركه  
أو قوة تعمل على تحريكه من  
المنطقة ذات الكثافة الأعلى إلى  
المنطقة ذات الكثافة الأقل

$B_t$  كبيرة  $B_t$  صغيرة  
كثافة مرتفعة كثافة منخفضة  
مجال قوى مجال ضعيف

علل :- تأثر سلك يمر به تيار كهربى  
عند وضعه في مجال مغناطيسى  
بقوة قد تحركه أو تعمل على تحريكه ؟  
لاختلاف محمل كثافتى الفيض على جانبي  
اللك فتتحرك اللك من المنطقة ذات  
الكثافة الأعلى إلى المنطقة ذات الكثافة  
الأقل

x x x	x x x
x x x	x x x
x x x	x x x
x x x	x x x
x x x	x x x
x x x	x x x

ماذا يحدث عند :  
وضع سلك لا يمر به تيار كهربى  
في مجال مغناطيسى ؟

يظل السلك كما هو لا يتحرك  
حيث لا يمر به تيار كهربى وتصبح  
كثافة الفيض على جانبيه متساوية

٢٢ تحديد اتجاه القوة :-

نستخدم قاعدة فلنج لليد اليسرى

قاعدة فلنج لليد اليسرى :-

٢٢ تستخدم في تحديد القوة المؤثرة  
على سلك مستقيم يمر به تيار كهربى  
موضوع عمودياً على مجال مغناطيسى

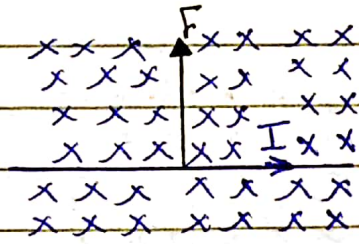
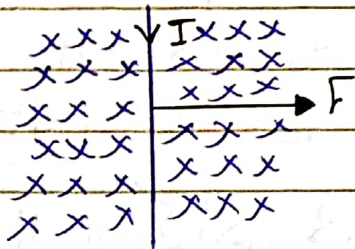
٢٣ النص « طريقة الاستخدام »

نجعل أصابع اليد اليسرى الإبهام  
والسبابة وباقي الأصابع متعامدة  
على بعضها البعض بحيث  
يشير السبابة إلى اتجاه المجال المغناطيسى

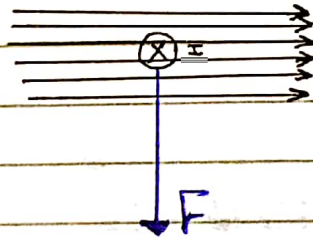
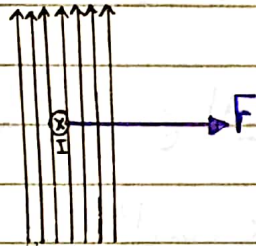
تشير الوسطى ومعا باقي الأصابع لاتجاه التيار الكهربى

ويشير الإبهام إلى اتجاه القوة المغناطيسية





« لا ننسى أنه للمجال المرسوم ليس مجال اللام وإنما هو مجال خارجي عودي على الصفحة الداخلة موضوع فيه اللام عودياً »



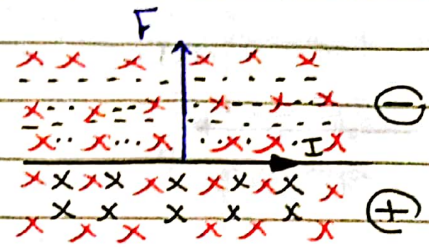
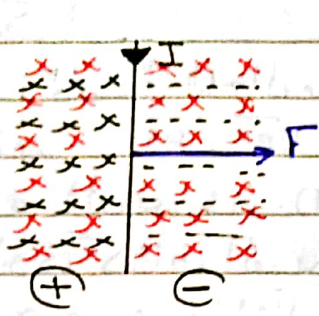
ملاحظات على قاعدة فلمنج لليد اليسرى لتسهيل تحديد اتجاه القوة

١٢ :- « القوة - التيار - المجال المغناطيسي » كميات متعامدة على بعضها البعض

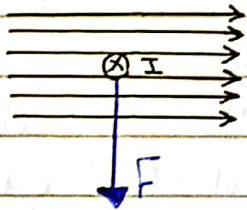
ن لا يصلح أنه يكون هناك اثنين في نفس الاتجاه ولا يكونوا عكس بعض في الاتجاه

نفتكر أننا نتعامل مع ست اتجاهات فقط هما  
ديس - يسار - أعلى - أسفل - داخل - خارج « سبق شرحها في بداية الفصل

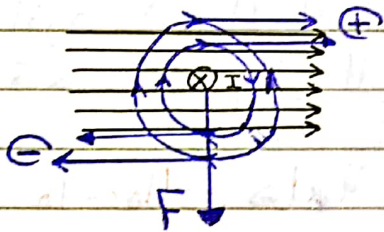
١٣ تحديد كثافة الفيض (نحن نحدد مناطق الجمع والطرح)  
فإن اللام يتحرك من المنطقة الأعلى (الجمع) إلى المنطقة الأقل (الطرح)  
وهذا يكونه اتجاه القوة



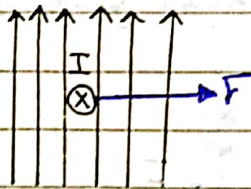
← قراء السلام من منطقة  
الجمع (الأعلى كثافة) لمنطقة  
الطرح (الأقل كثافة) وهذا  
هو اتجاه القوة



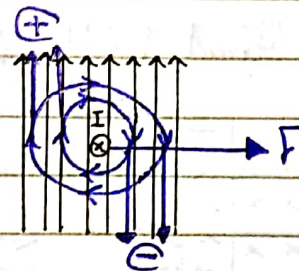
تطبيق  
الشرح



أمثلة  
هنا التيار للداخل وبتطبيق  
قاعدة آمبر لليد اليمنى  
يكون اتجاه المجال مع عقارب  
الساعة وعندما يكون  
اتجاه المجال الموجود نفس مجال السلام  
فإنها منطقة جمع وإذا كان عكس  
بعضها فإنها منطقة طرح



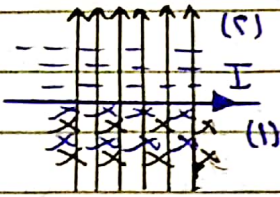
تطبيق  
الشرح



(انتبه)

هذه الطريقة ليست فعالة في جميع الأشكال  
حيث يكون هناك أشكال لا يمكن تحديد القوة بهذه الطريقة





ممكن  
في هذا الشكل للمجال متعامدان

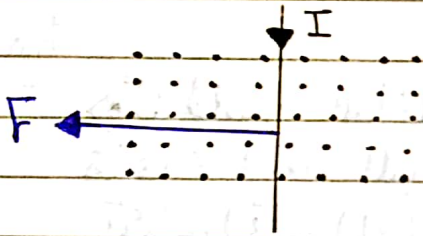
$$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$$

ف تكون وكثافة الفيض عند (1)

تساوي كثافة الفيض عند (2)

لذلك في هذا المثال نستخدم

قاعدة فلنج لليد اليسرى فيكون اتجاه القوة عمودياً على الصفحة للخارج



في هذا المثال المجال عمودي

على الصفحة للخارج وب تطبيق

قاعدة فلنج لليد اليسرى

نجد أن اتجاه القوة يار الصفحة

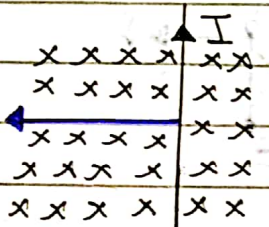
لتسهيل تحديد اتجاه القوة عندما يكون المجال للخارج

نفرض أن المجال الموجود للداخل ونحدد اتجاه القوة حسب

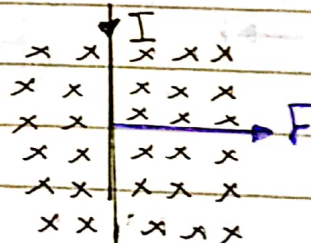
قاعدة فلنج لليد اليسرى ثم نعكس الاتجاه الذي حملنا عليه

ملاحظات هامة

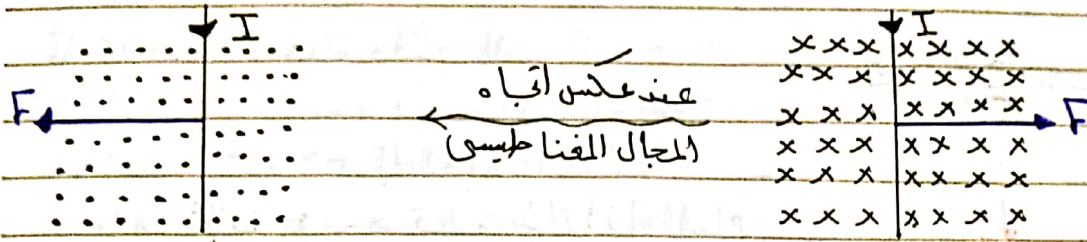
1- إذا عكس اتجاه التيار فإنه اتجاه القوة للمغناطيسية ينعكس



عند عكس  
اتجاه التيار



٣ عند عكس اتجاه المجال المغناطيسي فإنه اتجاه القوة ينعكس



٣ عند عكس اتجاه التيار واتجاه المجال المغناطيسي

فإنه اتجاه القوة المغناطيسية لا يتغير



هناك طريقة أخرى يمكن بها تحديد اتجاه القوة وهي :

استخدام اليد اليمنى حيث نجعلها منفردة بحيث تكون

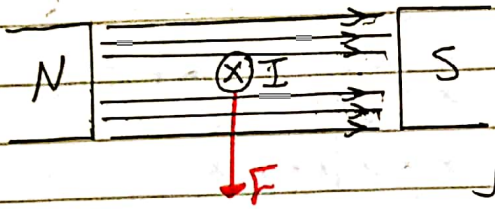
اتجاه الأصابع يشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي

اتجاه الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الكهربائي

وتش اليد يشير إلى اتجاه القوة المغناطيسية

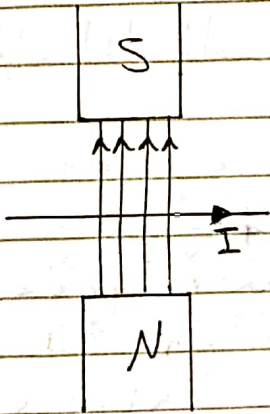


تطبيق على ما سبق :-



أأ يتخذ امقاعدة فلنج لليد اليسرى  
فإنه اليها م يشير إلى اتجاه القوة  
والسبابة يشير إلى اتجاه المجال  
وباقى الأصابع م تشير إلى اتجاه التيار

ويمكن تطبيق الطريقة الأخيرة السابق ذكرها



ك نفس شرح رقم (1)

وهنا اتجاه القوة عمودياً للخارج

### ٣ حساب مقدار القوة المغناطيسية

$$F = BIL$$

إذا كان السلك موضوع عمودياً في المجال المغناطيسي

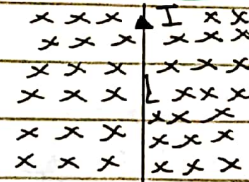
«F» مقدار القوة المؤثرة على السلك (N) نيوتن

«B» كثافة الفيض المغناطيسي عند

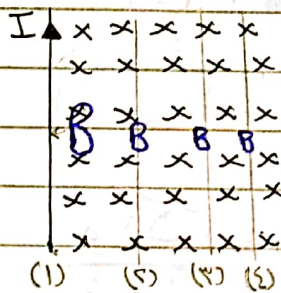
موضع السلك \*

«I» شدة التيار المار في السلك

«L» طول السلك المعرض للمجال المغناطيسي \*



\* ما معنى كثافة الفيض المغناطيسي عند موضع السلك ؟



حيث أنه كثافة الفيض المغناطيسي

تقل كلما ابتعدنا عن السلك

فذلك تكون كثافة الفيض غير متساوية

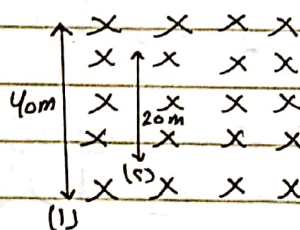
عند ١، ٢، ٣، ٤ أي أنه

$$B_1 \neq B_2 \neq B_3 \neq B_4$$

فعند التعويض نعوض بالكثافة الموجودة عند السلك

\* ما معنى طول السلك المعرض للمجال المغناطيسي ؟

أي أننا نعوض بطول السلك الموجود داخل المجال



كما هنا -

حلول (١) هذا ليس طول السلك

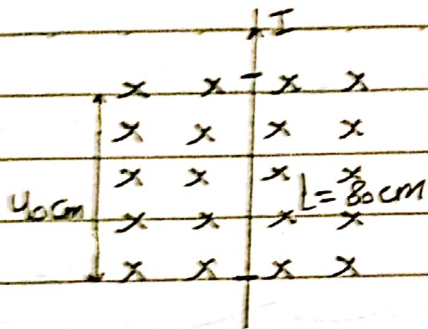
وإنما طول المجال لذلك لا نعوض به

وإنما نعوض بطول السلك الموضوع

في المجال وهو (٢)

\* لرب لو العكس ←





هنا طول السلك الموضوع في المجال هو طول المجال  $40 \text{ cm}$  والذي سنعوّض به وليس طول السلك كاملاً  $80 \text{ cm}$

عندما يمر سلك في مجالين

لهما نفس الكثافة وطول

السلك داخل المجال الأول  $B_1$

وطول السلك داخل المجال الثاني  $B_2$

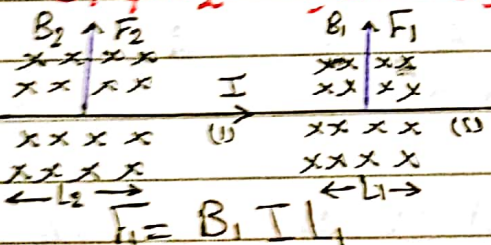
فإنه عند حساب القوة الطول

المستخدم هو  $(L)$  حيث

$$L = L_1 + L_2$$

هذا عندما تكون كثافة الفيض متساوية عند الاثنين

ولكن عندما تكون كثافة غير متساوية  $B_1 \neq B_2$



فإننا نحسب القوة الأولى

والقوة الثانية كلاً منهما

حدة ثم نجمعها حيث أنهما

في نفس الاتجاه

$$F_1 = B_1 I L_1$$

$$F_2 = B_2 I L_2$$

$$F = F_1 + F_2$$

عندما تكون  $B_1 \neq B_2$

الأجزاء « ١، ٢، ٣ » هذه الأجزاء لا نستخدمها ولا نحسبها لأنها ليست موضوعة داخل مجال

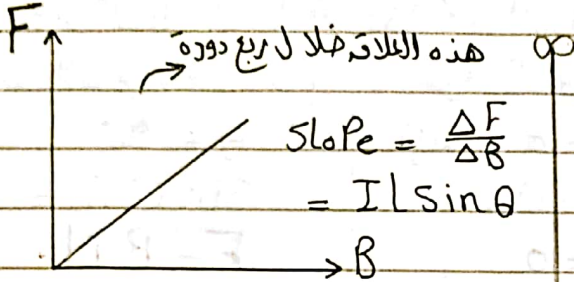
هذا عندما يكون السلك موضوعاً عمودياً على المجال

ولكن عندما لا يكون ذلك فإنه

$$F = BIL \sin \theta$$

« $\theta$ » الزاوية المحصورة بين السلك وخطوط الفيض

إذا كان السلك يميل على خطوط الفيض بزاوية  $\theta$  فإن



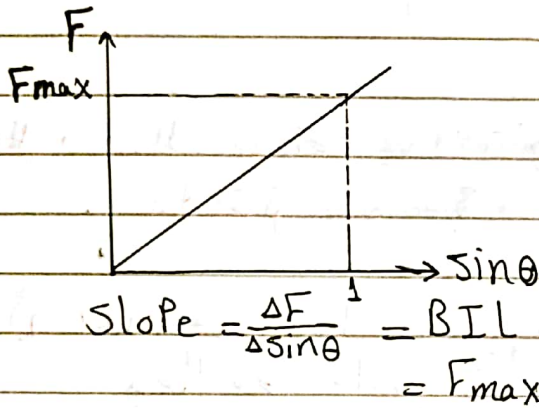
السلك عمودياً على المجال

$$F = BIL$$

$$N = T \cdot A \cdot m$$

$$T = \frac{N}{A \cdot m}$$

$$B = \frac{F}{I \cdot L}$$



\* كثافة الفيض المغناطيسي :

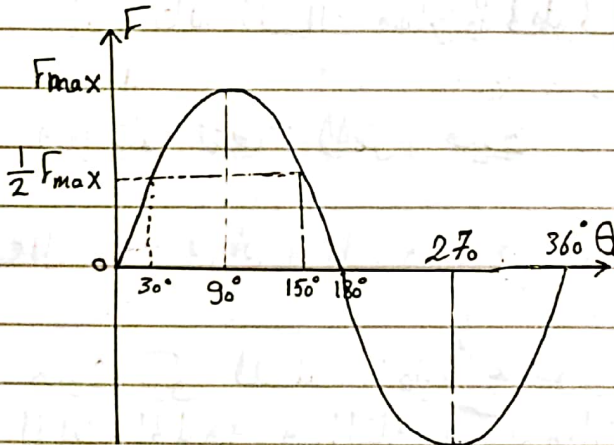
تقدر بالقوة المغناطيسية

(أو تساويها) (المؤثرة على سلك

طوله 1m يمر به تيار شدته

1A عندما يكون السلك

عمودياً على خطوط المجال



النسلا Testa :

هي كثافة الفيض المغناطيسي التي

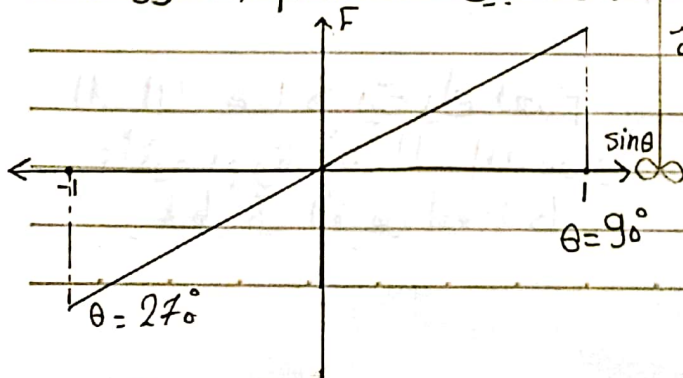
تولد قوة مقدارها 1N على سلك طوله

1m يمر به تيار كربي شدته 1A

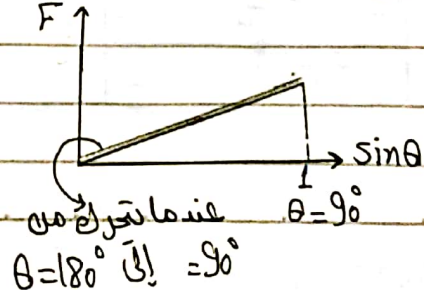
عندما يكون عمودياً على خطوط

المجال

العلاقة بين  $F, \sin \theta$  خلال دورة كاملة



العلاقة بين  $F, \sin \theta$  خلال نصف دورة





## القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم

زاوية عظمى	تتعدم	زاوية عظمى
إذا كان السلك عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسي	إذا كان السلك موازياً لخطوط الفيض المغناطيسي	إذا كان السلك عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسي
فإنه $\theta = 90^\circ$	فإنه $\theta = 0$	فإنه $\theta = 30^\circ$
$\sin(90) = 1$	$\sin(0) = 0$	$\sin(30) = 0.5$
$F = BIL$	$F = 0$	$F = BIL \sin(30)$
		$= \frac{1}{2} BIL$

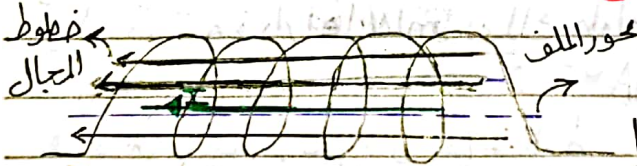
علل عدم تحرك سلك مستقيم يمر به تيار كهربى وموضع فى مجال مغناطيسى ولا يتأثر بقوة ؟

أو عدم تحرك سلك مستقيم يمر به تيار كهربى فى الدغم من وضعه فى مجال مغناطيسى ؟

إذا كان السلك موازياً لخطوط الفيض المغناطيسى فتصبح  $\theta = 0$

وبالتالى تتعدم القوة حيث  $F = BIL \sin(0) = 0$

علل عدم تحرك سلك مستقيم إذا وضع منطبقاً على محور ملف ملازوى ؟

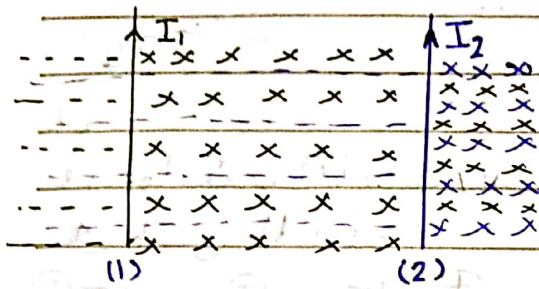


حيث يكون السلك منطبقاً على محور الملف الملازوى وبالتالي يكون موازياً لخطوط الفيض المغناطيسى فلا يتحرك لعدم تأثره بقوة حركه  $F = 0$



السلك هنا لا يتحرك لعدم تأثره بقوة لأنه السلك موازياً لخطوط الفيض المغناطيسى

## « القوة المتبادلة بين سلكين »



أ سبب حدوث قوة متبادلة بين سلكين

السلك رقم (٢) موضوع عمودياً على  
مجال السلك رقم (١) فيتأثر السلك

رقم (٢) بقوة مغناطيسية على

حيث يمر به تيار كهربى وموضوع على

مجال مغناطيسى عمودياً **(انتبه)** المجال المؤثر بقوة على السلك (٢)

ليس بمجاله وإنما مجال السلك رقم (١)

وكذلك السلك رقم (١) يتأثر بقوة مغناطيسية لأنه سلك يمر به

تيار كهربى وموضوع عمودياً على مجال مغناطيسى **(انتبه)**

المجال المؤثر بقوة على السلك (١) ليس بمجاله وإنما مجال

السلك (٢)

وهذا هو سبب حدوث قوة متبادلة

« الخلاصة » ر عند يمر بالسلك (١) تيار كهربى ينتج عنه مجال مغناطيسى

يؤثر على السلك (٢) وبالتالي يتأثر السلك (٢) بقوة مغناطيسية

وعندما يمر بالسلك (٢) تيار كهربى ينتج عنه مجال مغناطيسى

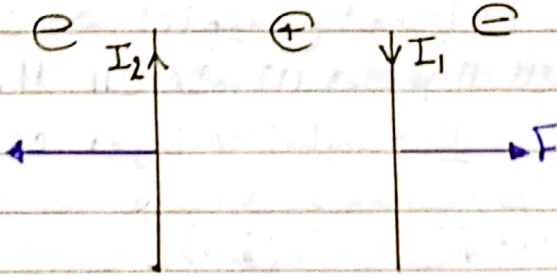
يؤثر على السلك (١) وبالتالي يتأثر السلك (١) بقوة مغناطيسية

وبذلك يؤثر كلا منهما على الآخر بقوة مغناطيسية



## ٣ نوع القوة المتبادلة بين سلكين

تنافر



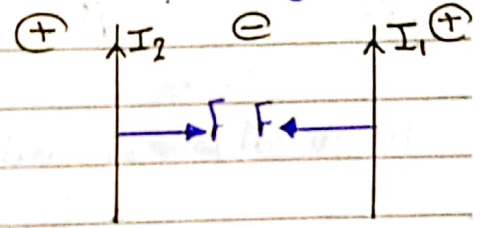
عندما يكون التياران في نفس الاتجاه

علل : تنشأ قوة تنافر بين سلكين عندما يمر بكل منهما تيار كهربائي في عكس الاتجاه ؟

لأنه محملة للفيض داخل السلكين تكون أكبر من محملة للفيض خارج السلكين فيتحرك كلاهما من المنطقة ذات الكثافة الأعلى إلى المنطقة ذات الكثافة الأقل فيتنافر السلكين

تجاذب

عندما يكون اتجاه التيارين في نفس الاتجاه



علل : تنشأ قوة تجاذب بين سلكين عندما يمر بكل منهما تيار في اتجاه واحد ؟

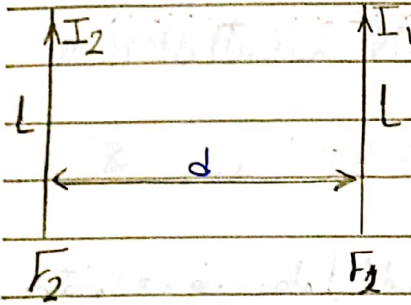
لأنه محملة كثافة الفيض خارج السلكين أكبر من محملة الفيض بين السلكين فيتحرك كلاهما من المنطقة ذات الكثافة الأعلى إلى المنطقة ذات الكثافة الأقل فيتجاذب السلكين

العامل المؤثر على نوع القوة المتبادلة بين سلكين : اتجاه التيار المار في كلا من السلكين

٣ حساب القوة المتبادلة بين سلكين

سلكين يمر بكل منهما تيار كهربائي

ويؤثر كل سلك بقوة وطولهما متساوي



$$F_1 = B_2 I_1 L = \frac{\mu I_2 I_1 L}{2\pi d}$$

$$F_2 = B_1 I_2 L = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

«د» الطول المشترك  
(المتقابل) بين  
السلكين

وهذا ما يسمى بالقوة المتبادلة  $F_1 = F_2$  بين سلكين

$$F = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2\pi d}$$

القانون

ما العوامل التي يتوقف عليها مقدار القوة المتبادلة بين سلكين يمر بهما تيار كهربائي؟

١- نوع الوسط بين السلكين **عال** لأنه مسئول عن تحديد النفاذية المغناطيسية

٢- شدة التيار في كلا من السلكين

٣- طول كلا من السلكين = الطول المشترك بين السلكين

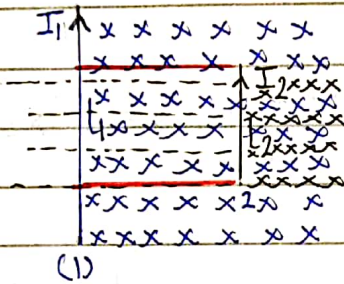
٤- المسافة الفاصلة بين السلكين «هنا العلاقة عكسية مع القوة حيث  $F \propto \frac{1}{d}$ »



ملاحظات على الطول المشترك بين السلكين «أ»

في المثال السابق كان طول كلا من السلكين متساوي

ولكن عند اختلاف طول السلكين



هنا نعوض بطول السلك للأصغر «ب»

حيث يتأثر السلكين بالمجال المغناطيسي

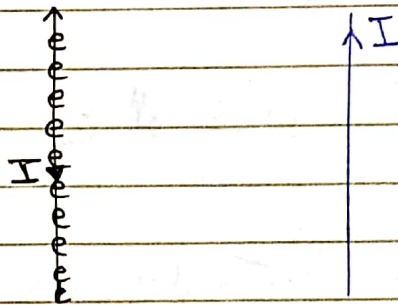
لكلاً منهما فنجد أنه السلك (2)

لم يتأثر بمجال السلك (1) كاملاً

ولنأثر بتأثر جزء منه وطوله (ب2) وكذلك السلك (1) تأثر

بمجال السلك (2) ولكن لم يتأثر السلك كله أيضاً تأثر بطول (ب2)

«تطبيقات وأسئلة هامة»

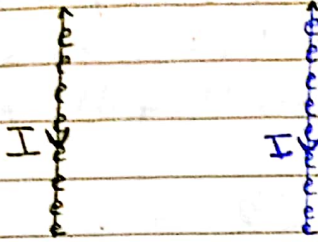


أ) سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي من الجنوب إلى الشمال ومر بجوار شعاع إلكترونات إقباه من الجنوب إلى الشمال.

ب) ما نوع القوة المتبادلة بين السلك والشعاع الإلكتروني؟

القوة الناشئة قوى تنافر

التوضيح: حيث أنه إقباه التيار في الشعاع الإلكتروني يكون من الشمال إلى الجنوب مسبب إقباه التقليدي لتيار الكهربائي وبالتالي يكون إقباه التيار في السلك عكس إقباه التيار في الشعاع الإلكتروني فتشأ بينهما قوة تنافر.



٣ شعاع إلكتروني لتيار من الجنوب إلى الشمال يوازي شعاع إلكتروني آخر يتحرك في نفس الاتجاه.

ما القوة الناشئة بين الشعاعين؟  
قوة تجاذب

حيث يكون اتجاه التيار واحد في السلكين حسب الاتجاه التقليدي

$$F = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2\pi d}$$

$$F \propto \frac{1}{d}, F \propto l, F \propto I_2, F \propto I_1$$

،  $2\pi$  مقدار ثابت

٣ إذا زادت شدة التيار المار في أحد السلكين إلى الضعف

فإن مقدار القوة المتبادلة بين السلكين تزداد للضعف

$$F \propto I_1$$

$\downarrow$        $\downarrow$   
 زاد      زاد  
 2        2

٣ إذا زادت شدة التيار في كلا من السلكين إلى الضعف فإن

مقدار القوة المتبادلة بين السلكين يزداد إلى ٤ أمثال

$$F \propto I_1 I_2$$

$\downarrow$        $\downarrow$        $\downarrow$   
 4        2 x 2      2



٣. إذا زادت شدة التيار المار في كلا من السلكين إلى الضعف ونقصت المسافة الفاصلة بين السلكين إلى النصف فإن مقدار القوة المتبادلة بين سلكين تزداد إلى 8 أمثال

$$F \propto \frac{I_1 I_2}{d} \rightarrow F = \frac{2 \times 2}{0.5} = 8$$

٤. إذا زادت شدة التيار في أحد السلكين للضعف لكن يبقى مقدار القوة المتبادلة بين السلكين ثابتاً يجب زيادة المسافة الفاصلة بين السلكين للضعف

$$F = \frac{2}{2} = 1$$

٥. إذا زادت شدة التيار المار في كلا من السلكين للضعف لكن يبقى مقدار القوة المتبادلة بين السلكين ثابتاً يجب

زيادة المسافة الفاصلة بين السلكين إلى 4 أمثال

$$F = \frac{2 \times 2}{4} = 1 \quad \text{ثابت}$$

٦. إذا زادت المسافة الفاصلة بين سلكين إلى 4 أمثال لكن يبقى مقدار القوة المتبادلة ثابتاً يجب زيادة شدة التيار المار في كلا من السلكين للضعف

$$F = \frac{2 \times 2}{4} = 1$$

٧. إذا زادت المسافة الفاصلة بين السلكين للضعف فالكري يبقى مقدار القوة المتبادلة بين السلكين ثابتة يجب زيادة شدة التيار في كلا من السلكين إلى  $\sqrt{2}$  فيتنه الأمثل

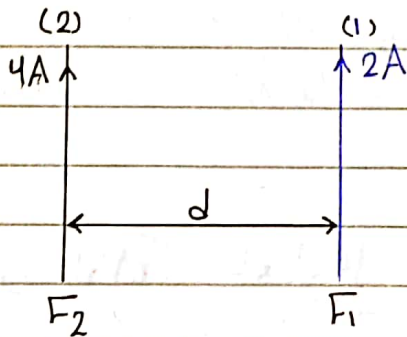
$$\frac{\sqrt{2} \times \sqrt{2}}{2} = 1$$

أ إذا زادت المسافة الفاصلة بين السلكين للضعف فالكهرباء يبقى مقدار القوة المتبادلة بين السلكين ثابت يجب زيادة شدة التيار المار في كلا من السلكين بمقدار 0,41 من قيمته الأصلية

لكن يبقى مقدار القوة ثابتاً يزداد التيار إلى  $\sqrt{2}$  من قيمته الأصلية « كما في المثال ١٧ » : التيار في الحالة الثانية  $I_2$   

$$I_2 = \sqrt{2} I_1 = 1,41 I_1$$

$$\therefore I = 1,41 I_1 - I_1 = 0,41 I_1$$



ع في الشكل المقابل :-  
 سلكين يمر في السلك تيار شدته 2A ويمر في السلك الثاني تيار شدته 4A والمسافة بينهما 4A متوازيان

س : ما نوع القوة المتبادلة بين السلكين ؟  
 قوة تجاذب ← لأنه التياران في نفس الاتجاه

س : إذا تأثر السلك الأول بقوة مقدارها 6N فإنه السلك الثاني يتأثر بقوة مقدارها

$$F_2 = 3N \quad \text{ع}, \quad F_2 = 24N \quad \text{ب}, \quad F_2 = 6N \quad \text{د}, \quad F_2 = 12N \quad \text{أ}$$

قوة السلك الثاني  $F_2$  = قوة السلك الأول  $F_1 = 6N$   
 حيث أنه القوة المتبادلة بين السلكين تكون متساوية

\* القوة المتبادلة بين سلكين دائماً متساوية وليست ثابتة  
 ( إذا زادت شدة التيار في السلك الأول للضعف فأي السلك 2 يتأثر بقوة مقدارها 12N  
 $F_1 = 2 \times 6 = 12$  بالتالي  $F = 12N$   
 $\therefore F_2 = 12N$  « القوة المتبادلة بين السلكين »



س٣ إذا زادت شدة التيار المار في كلا من السلكين إلى الضعف  
فتصبح القوة المؤثرة على السلك الثاني  $24\text{ N}$

$$F = 2 \times 2 = 4 \rightarrow F_1 = 4 \times 6 = 24\text{ N}$$

$$F = F_1 = F_2 = 24\text{ N}$$

س٤ إذا زادت شدة التيار المار في كلا من السلكين للضعف ونقصت  
المسافة الفاصلة بينهما للنصف تصبح القوة المؤثرة على السلك  
الثاني  $48\text{ N}$

$$I_1 \leftarrow \rightarrow I_2$$

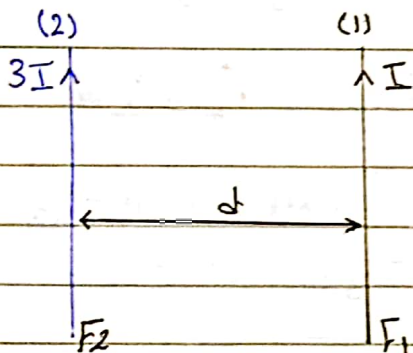
$$F = \frac{2 \times 2}{0.5^2} \rightarrow F_1 = 8 \times 6 = 48\text{ N}$$

$$F = F_1 = F_2 = 48\text{ N}$$

ل في الالة والثانية

س٥ إذا عكس اتجاه التيار في أحد السلكين من حيث نوع القوة المتبادلة  
بينهما تكون قوى تنافر

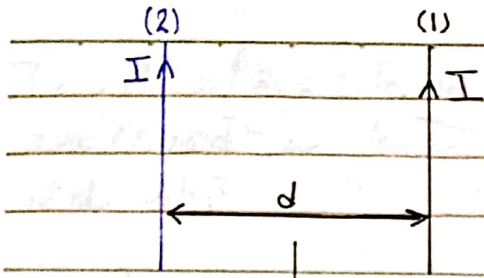
س٦ إذا عكس اتجاه التيار في أحد السلكين فإنه للقوة المتبادلة بين  
السلكين لا تتغير  
حيث أنه السلكين مُتَبَتِينَ ولكن إذا كان السلكين يتحركان  
فإنهما تقل



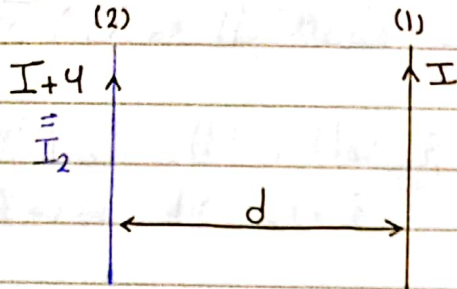
س٧ في الشكل المقابل :-  
سلكين متوازيين يمرر بالسلك (١)  
تيار شدته « I » ويمرر بالسلك (٢)  
تيار شدته « 3I » فإنه النسبة  
بين  $F_1$  و  $F_2$  ؟

$$\left[ \frac{1}{3}, \frac{3}{1}, \frac{1}{1} \right]$$

- القوة المتبادلة بين السلكين متساوية حتى ولو كان التياران  
غير متساويين  $F = F_1 = F_2$  :  $\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{1}$



عند زيادة شدة التيار في  
واحد السلكين



٦ في الشكل المقابل :-

سلكين متوازيين يمر بكل منهما  
تيار كهرلي شدة  $I$  ، وعند  
زيادة شدة التيار في أحد  
السلكين بمقدار  $4A$  زادت  
القوة المتبادلة بينهما للضعف  
احس  $I$  ؟

$$F_2 = 2F_1$$

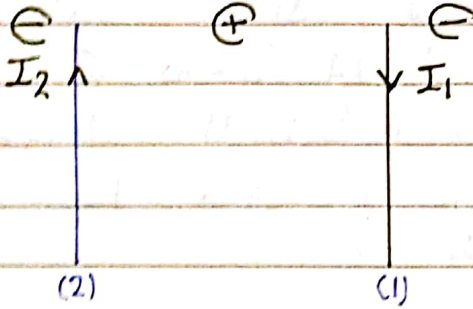
$$\frac{\mu_0 I_1 (I+4) l}{2\pi d} = 2 \times \frac{\mu_0 I I l}{2\pi d}$$

$$I+4 = 2I$$

$$2I - I = 4 \rightarrow I = 4A$$



أ. عندما تنشأ قوة تنافر بين سلكين تكون النسبة بين محملة كثافة الفيض عند أي نقطة بين السلكين إلى محملة كثافة الفيض عند أي نقطة خارج السلكين دائماً



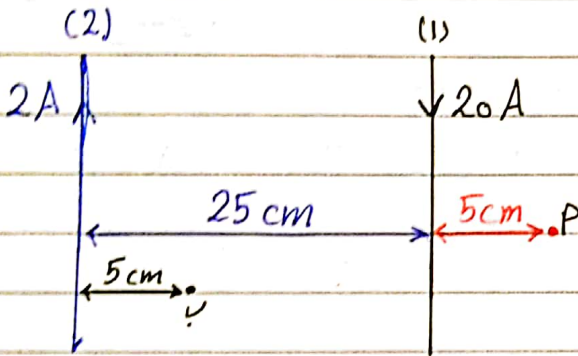
أ. أكبر من الواحد الصحيح

ب. أقل من الواحد الصحيح

ج. تساوي الواحد الصحيح

د. قد تكون 1 أو 2 أو 3

الحل «



ب. القوة الناشئة بين السلكين  
قوة تنافر

ج. التياران في عكس الاتجاه

$$B_t \text{ عند } P = B_1 - B_2 = \frac{\mu I_1}{2\pi d_1} - \frac{\mu I_2}{2\pi d_2} = \frac{\mu}{2\pi} \left( \frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2} \right)$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left( \frac{20}{5 \times 10^{-2}} - \frac{2}{30 \times 10^{-2}} \right) = 7,86 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_t \text{ عند } P = B_1 + B_2 = \frac{\mu I_1}{2\pi d_1} + \frac{\mu I_2}{2\pi d_2} = \frac{\mu}{2\pi} \left( \frac{I_1}{d_1} + \frac{I_2}{d_2} \right)$$

$$= \frac{4\pi \times 10^{-7}}{2\pi} \left( \frac{20}{20 \times 10^{-2}} + \frac{2}{5 \times 10^{-2}} \right) = 2,8 \times 10^{-5} \text{ T}$$

ب. كثافة الفيض عند P < كثافة الفيض عند B بالرغم من أنه

P تقع في منطقة طرحة و B تقع في منطقة ج.ع

ج. لا يمكن تحديد محملة كثافة الفيض - قد تكون 1 أو 2 أو 3

حله آخر من غير حسابات :-

عند النقطة P :-

:- السلك الأول تياره أعلى وعلى مسافة قليلة من النقطة P  
:- كثافة الفيض السلك الأول كبيرة

:- السلك الثاني تياره أقل وعلى مسافة كبيرة من النقطة P  
:- كثافة الفيض السلك الثاني صغيرة

فإن عند طرح مقدار كبير من مقدار أصغر يمكن ألا يكون  
النتيجة مقدار كبير

عند النقطة B :-

:- السلك الأول تياره أعلى وعلى بعد كبير من النقطة B  
:- كثافة الفيض للسلك الأول صغيرة بمقارنتها عند النقطة P

:- السلك الثاني تياره أقل وعلى بعد صغير من النقطة B  
:- كثافة الفيض للسلك الثاني أكبر بمقارنتها عند النقطة P

:- عند جمع مقدار صغير مع مقدار صغير ينتج مقدار قد يكون  
أقل من المقدار الناتج عند P

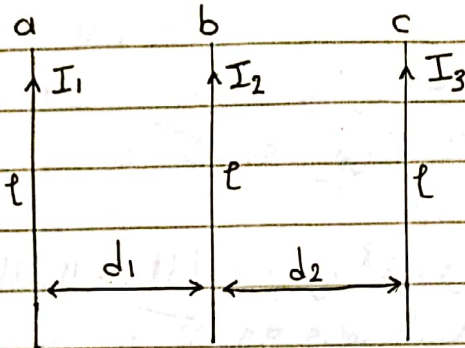
:- الثلاث احتمالات ممكنة

##



« القوة المغناطيسية المتبادلة بين  
٣ أسلاك »

في الشكل المقابل :

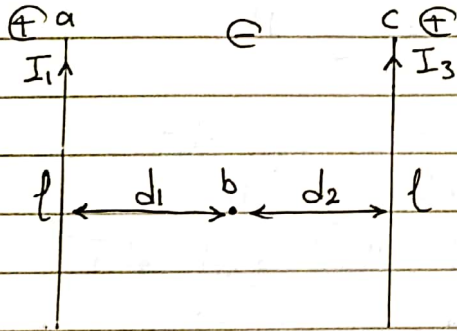


ثلاث أسلاك متوازية ويمر بكل  
منها تيار كهربائي وأحلول الأسلاك  
الثلاث متساوية

ويراد حساب القوة المؤثرة على أي

سلك من الثلاثة وليكنه السلك b

خطوات الحل :



١- نحدد السلك المراد حساب القوة المؤثرة  
عليه ونضع مكانه نقطة

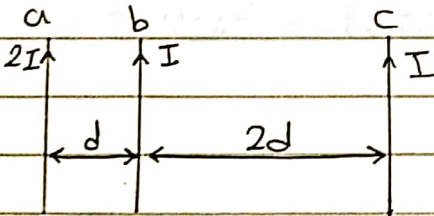
٢- نحسب محملة كثافة الفيض  $B_t$  عند

هذه النقطة  $B_t = |B_{ab} - B_{bc}|$

٣- نعوض في القانون  $F = B_t I_b l$

\* وحدة الأحلول = 1m

أ في الشكل المقابل :



ثلاثة أسلاك مستقيمة متوازية

ماذا يحدث مقدار القوة المؤثرة

على السلك b في الحالات التالية :

١- عكس اتجاه التيار في السلك c

تزداد إلى  $\frac{5}{3}$  من قيمتها الأصلية

$$F_1 = F, F_2 = \frac{5}{3} F$$

$$F = \frac{5}{3} F - F = \frac{2}{3} F$$

وزادت بمقدار  $\frac{2}{3}$  من قيمتها الأصلية

$$F = BIL$$

ملردى  
ثابت ثابت

التوضيح

$$B_{t1} = B_a - B_c \text{ في الحالة الأولى}$$

قبل عكس اتجاه التيار

في السلك c

$$= \frac{\mu \times 2I}{2\pi d} - \frac{\mu \times I}{2\pi 2d} = \frac{\mu I}{\pi d} \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3\mu I}{4\pi d}$$

$$B_{t2} = B_a + B_c \text{ في الحالة الثانية}$$

بعد عكس اتجاه التيار

في السلك c

$$= \frac{\mu 2I}{2\pi d} + \frac{\mu I}{2\pi 2d} = \frac{\mu I}{\pi d} \left(1 + \frac{1}{4}\right) = \frac{5\mu I}{4\pi d}$$

$$\frac{B_{t1}}{B_{t2}} = \frac{3\mu I}{4\pi d} \times \frac{4\pi d}{5\mu I} = \frac{3}{5}$$

$$3\% \quad 3B_{t2} = 5B_{t1} \rightarrow B_{t2} = \frac{5}{3} B_{t1}$$

أو مضاعفة تيار السلك c

$$B_{t1} = \frac{3\mu I}{4d}$$

تقل إلى  $\frac{2}{3}$  من قيمتها الأصلية

$$B_{t2} = \frac{\mu 2I}{2\pi d} - \frac{\mu 2I}{2\pi 2d} = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

$$\frac{B_{t1}}{B_{t2}} = \frac{3\mu I}{4\pi d} \times \frac{2\pi d}{\mu I} = \frac{3}{2}$$

$$2B_{t1} = 3B_{t2} \rightarrow B_{t2} = \frac{2B_{t1}}{3}$$



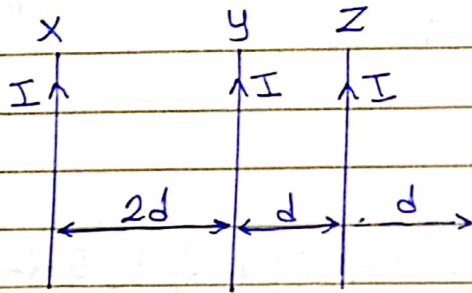
### ٣٢ قربيك السلك C جهة اليمين تزداد

$$B_b = B_a - B_c$$

$\downarrow$  تزداد       $\downarrow$  تقل

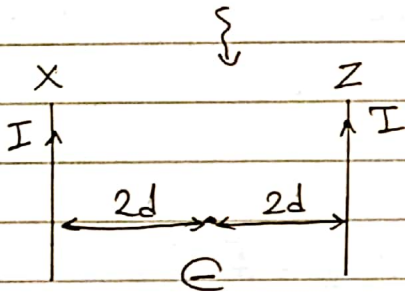
### ٣٣ في الشكل المقابل :

ثلاث أسلاك مستقيمة متوازية  
ماذا يحدث لمقدار القوة المؤثرة  
على السلك Y عند تحريك  
السلك Z مسافة d لليمين



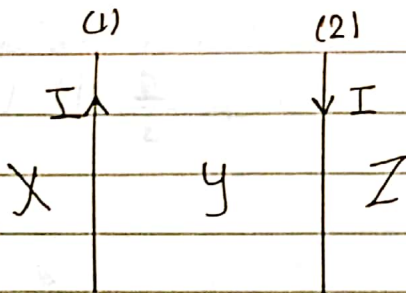
القوة تنعدم

لأنه موقع السلك Y يصبح  
نقطة تعادل  $B_t = 0$



### ٣٤ في الشكل المقابل :

يراد وضع سلك ثالث يربطه  
تيار كهربائي موازيا للسلكين في  
إحدى المناطق X أو Y أو Z  
بحيث تنعدم القوة المؤثرة عليه  
لذلك



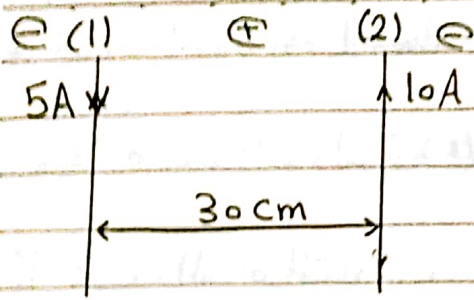
١ أ يوضع السلك في المنطقة X

٢ أ يوضع السلك في المنطقة Y

٣ أ يوضع السلك في المنطقة Z

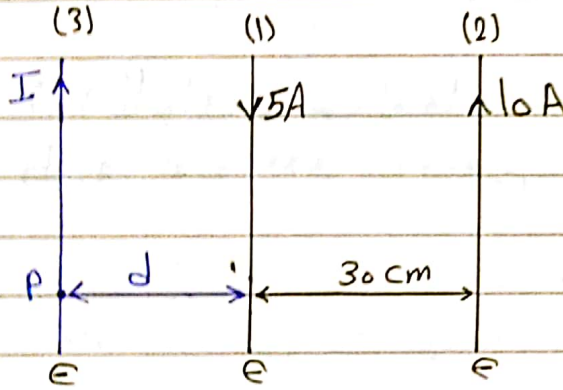
٤ أ لا يمكن ذلك في هذه الحالة

التوضيح :-  
لكي تنعدم القوة المؤثرة على  
السلك المراد وضعه يجب  
أنه يوضع عند نقطة تعادل  
بحيث تكون  $B_t = 0$   
وهنا لا توجد نقطة تعادل  
لأن السلكين 1 و 2 يمر بهما نفس  
التيار وفي اتجاهين متعاكسين.



في الشكل المقابل :  
يراد وضع سلك ثالث موازياً  
للسلكين بحيث تنعدم القوة  
المؤثرة على الأسلاك الثلاثة  
حدد موضع السلك الثالث  
وشدة التيار المار خلاله واتجاهه

الحل :



لكي تنعدم القوة يجب أن يوضع  
السلك عند نقطة تعادل والتي تكون  
في منطقة خارج وتكون أقرب للسلك  
الأقل تياراً ، أي تكون خارج السلك ١ ،  
ويكون اتجاه التيار لأعلى حيث  
تكون المنطقة عند الثلاث أسلاك

خارج

$$\frac{5}{d} = \frac{10}{30+d}$$

لكي تكون P نقطة تعادل لابد

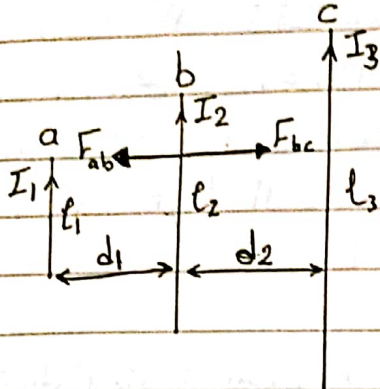
$$10d = 150 + 5d \rightarrow d = 30 \text{ cm}$$

$$\frac{I}{30} = \frac{10}{30} \rightarrow I = 10 \text{ A}$$

\*



\* لحاب القوة للمغناطيسية المتبادلة بين 3 أسلاك أطوالهم مختلفة



مثلاً نحسب القوة المؤثرة على السلك b

أ نحسب القوة المتبادلة بين a, b

ب نحسب القوة المتبادلة بين b, c

ج إذا كانوا في عكس الاتجاه نطرحهم  
ولو في نفس الاتجاه نجمعهم

$$F_{ab} = \frac{\mu I_1 I_2 l_1}{2\pi d_1}$$

$$F_{bc} = \frac{\mu I_2 I_3 l_2}{2\pi d_2}$$

$$F_t = |F_{ab} - F_{bc}| \text{ المؤثرة على } b$$

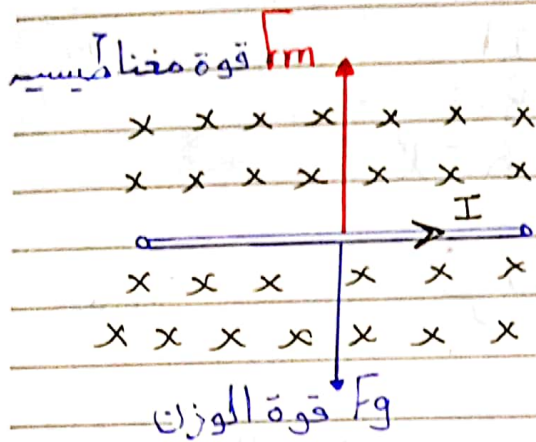
في نفس المثال السابق لو كان اتجاه التيار في السلك c لأسفل

$$F_t = F_{ab} + F_{bc} \text{ فإنه}$$

حيث تصبح القوة بين السلكين b, c قوة تنافر وبالتالي تدفع السلك b في اتجاه السلك a وبالتالي يكون هناك قوتين تدفع السلك b نحو a وبالتالي نجمع القوتين

الجمع والطرح متوقفين على اتجاه التيار في الأسلاك  
نوع القوة بينهم

## « السلك المعلق في مجال مغناطيسي »



سلك موزع بشكل أفقي داخل  
مجال عمودي على الصفحة للداخل  
يتأثر بقوة وزنه فيسقط لأسفل  
ولكن يبقى معلقاً كما هو داخل  
المجال يجب أنه يتأثر بقوة  
مغناطيسية «  $F_m$  » تتزن مع قوة  
وزنه للسلك «  $F_g$  »

هناك ثلاث احتمالات

١  $F_g > F_m$  يعني قوة الوزن أكبر من القوة المغناطيسية

في هذه الحالة يسقط السلك لأسفل لأنه قوة وزنه أكبر من القوة المغناطيسية

$$F_{\text{المحصلة}} = F_g - F_m$$

٢  $F_m > F_g$  يعني القوة المغناطيسية أكبر من قوة الوزن

في هذه الحالة يتحرك السلك لأعلى في اتجاه القوة الأكبر

$$F_{\text{المحصلة}} = F_m - F_g$$

٣  $F_m = F_g$  يعني القوة المغناطيسية تساوي قوة الوزن

في هذه الحالة يتزن السلك أو يظل السلك معلق بشكل أفقي  
(ينعدم وزنه ظاهرياً)

$$F_{\text{المحصلة}} = 0$$



\* الوزن = الكتلة  $\times$  عجلة الجاذبية

عند الإتزان

$$F_g = F_m$$

$$mg = BIL$$

$$m = \rho Vol$$

حجم السلك  $\rightarrow$  الكثافة

$$\rho \cdot Vol \cdot g = BIL$$

$$Vol = AL$$

$$\rho \cdot A L g = BIL$$

$$\rho A g = BI$$

الكثافة الطولية :-

$\leftarrow$  هي كتلة وحدة الأطوال من السلك

\* وحدة الأطوال هي المتر الواحد

$$\text{الكثافة الطولية} = \frac{m}{l} \quad \text{«kg/m»}$$

$$g/m \times 10^3 \rightarrow kg/m$$

$$g/cm \frac{\times 10^3}{\times 10^{-2}} \rightarrow kg/m$$

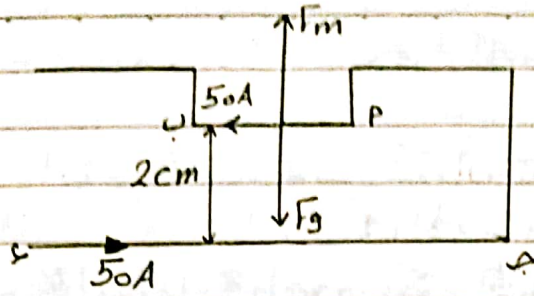
$$F_g = F_m$$

عند الإتزان

$$l \cdot \rho \cdot g = BIL$$

$$\leftarrow \text{الكثافة الطولية} = \frac{mg}{l} = BI$$

$$\therefore \text{الكثافة الطولية} = \frac{BI}{g}$$



أ) كتل السلك P تساوي 5g

وطوله 1m (  $g = 10 \text{ m/s}^2$  )

ب) احسب محصلة القوى المؤثرة على P  
ج) احسب البعد العمودي بين السلكين  
د) احسب ج و عند الإتزان

قبل الحل... اتجاه قوة الوزن يكون للأسفل  
ولتحدد اتجاه القوة المغناطيسية نجد أنه التيار في السلك P هو  
متعاكسين إذن يكون بينهما قوى تنافر فإنه اتجاه القوة  
المغناطيسية يكون لأعلى

«الحل»

P تكون للأسفل  $F_g = mg = 5 \times 10^{-3} \times 10 = 0,05 \text{ N}$

تكون لأعلى  $F_m = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2 \pi d} = \frac{4 \pi \times 10^{-7} \times 50 \times 50 \times 1}{2 \pi \times 2 \times 10^{-2}} = 0,025 \text{ N}$

محصلة القوى المؤثرة على P  $F_t = F_g - F_m = 0,05 - 0,025 = 0,025 \text{ N}$   
ويكون اتجاهها في اتجاه القوة الأكبر وبالتالي يكون اتجاهها للأسفل

ب) عند الإتزان  $F_g = F_m = 0,05 \text{ N}$

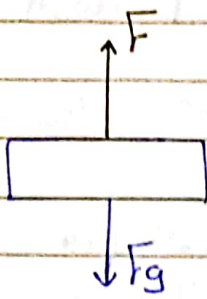
حيث أنه قوة الوزن ثابتة «لا تتغير» ولكن السلك يتحرك للأسفل  
وبالتالي تقل المسافة بين السلكين وبالتالي تزداد القوة المغناطيسية  $F_m$

$F_m = \frac{\mu I_1 I_2 l}{2 \pi d} = \frac{4 \pi \times 10^{-7} \times 50 \times 50 \times 1}{2 \pi d} = 0,05$

$d = \frac{4 \pi \times 10^{-7} \times 50 \times 50 \times 1}{2 \pi \times 0,05} = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$

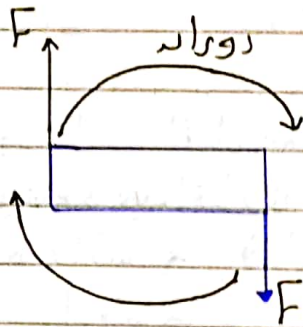


« عزم الإزدواج للمفاهيم »



عندما يؤثر على جسم قوتين تكونان متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه وخط عملهما استقامة واحدة يكون الجسم في حالة إيزان

ولكن



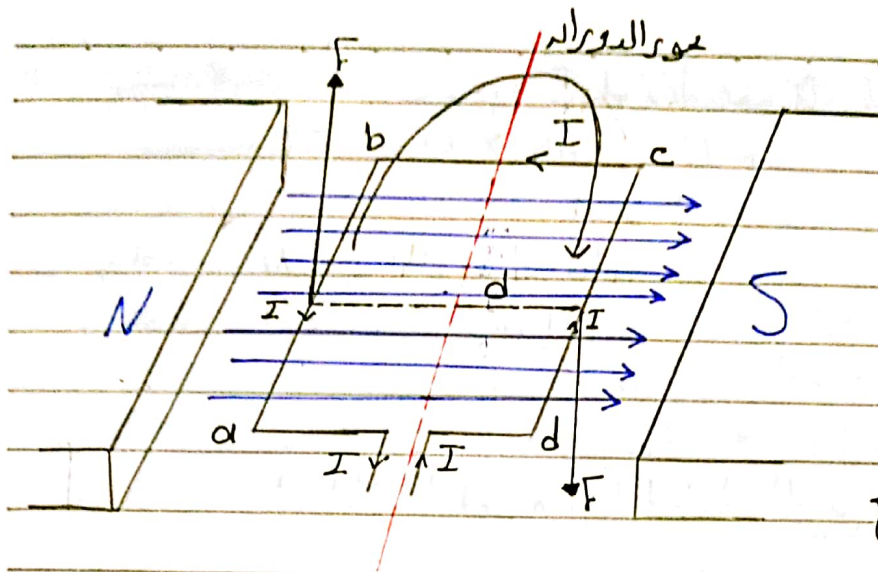
عندما يؤثر على جسم قوتين متساويتين في المقدار ومتضادتان في الاتجاه وخط عملهما ليس على استقامة واحدة يكون الجسم في حالة دوران وهذا ما يسمى «إزدواج»

← الإزدواج هو قوتان متساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه وخط عملهما ليس على استقامة واحدة

← عزم الإزدواج  $(\tau) =$  إحدى القوتين  $\times$  البعد العمودي بينها

$$\tau = F \cdot d \quad (N \cdot m)$$

« على الرغم من أنه  $N \cdot m$  تكافئ الجول «J» إلا أننا لا نصلح أنه نقول أنه عزم الإزدواج يقاس بـ J ولكن  $N \cdot m$  »



الشكل المقابل يوضح

ملف مستطيل موضوع بين قطبين مغناطيسيين قابل للدوران حول محور موازي لطوله «محور الدوران»

الضلعان  $ab$  و  $bc$  لا يتأثران بقوة  $B$  بالرغم من مرور تيار كهربائي في كلاهما حيث أنه  $F = BIL \sin \theta$  والضلعان موازيان لخطوط المجال للمغناطيسي وبالتالي  $\theta = 0$  فإنه  $F = 0$

والضلعان  $cd$  و  $ab$  متعامدان على خطوط الفيض المغناطيسي لذلك يتأثران بقوتان متساويتان في المقدار حيث  $F_{cd} = BIL_{cd}$  و  $F_{ab} = BIL_{ab}$  وبما أنه السلكان في نفس المجال فإنه كثافة الفيض عند السلكان متساوية ويمر بهما نفس شدة التيار ولولهم متساوي

لذلك القوتان متساويتان ولكن متضادتان في الاتجاه وخط عملهما ليس على استقامة واحدة وبينهم بعد عمودي على أحدهما

∴ يحدث دوران الملف المستطيل

\* القاعدة المستخدمة في تحديد عزم الازدواج هي قاعدة فلامنج لليد اليسرى ولكن لتسهيل التحديد يمكن استخدام قاعدة فلامنج لليد اليمنى باستخدام اتجاه التيار



$$\begin{aligned}\tau &= F \cdot d \\ &= B I l_{ab} \times l_{bc} \\ &= B I A\end{aligned}$$

$$\tau = B I A N$$

والعدد  $N$  من اللفات فيه  
«بيان»

إذا كان الملف موازياً لخطوط الفيض المغناطيسي →

إذا كان العمودى على لولف يميل على خطوط الفيض بزاوية  $\theta$  فيه

$$\tau = B I A N \sin \theta$$

« $\tau$ » عزم الإزدواج المغناطيسى المؤثر على الملف « $N m$ »

« $B$ » كثافة الفيض المغناطيسى الناشئ عن القطبين « $T$ »

« $I$ » شدة التيار المار في الملف « $A$ »

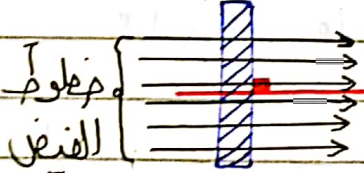
« $A$ » مساحة الملف « $m^2$ »

« $N$ » عدد لفات الملف

« $\theta$ » الزاوية المحصورة بين العمودى على الملف وخطوط  
الفيض المغناطيسى

أفكار على الزاوية  $\theta$  :

← الملف



إذا كان الملف عمودى على خطوط الفيض

العمودى على ح

الملف

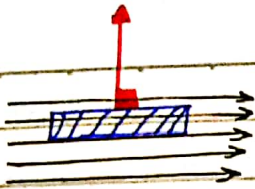
العمودى على الملف موازى

للخطوط الفيض المغناطيسى

$$\therefore \theta = 0$$

$$\therefore \tau = 0$$

سبب عزم الإزدواج ينعدم



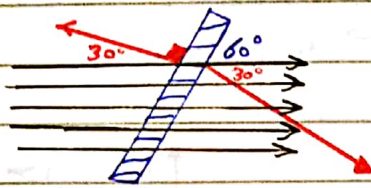
٣ الملف موازياً لخطوط الفيض المغناطيسي

:- العمودي على الملف عمودي على خطوط الفيض المغناطيسي

$$\therefore \theta = 90^\circ$$

$$\therefore \tau_{\max} = BIAN$$

:- عزم الإزدواج قيمة عظمى



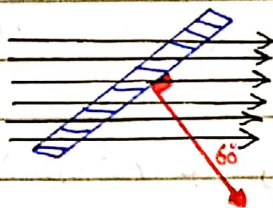
٣ الملف يميل على خطوط الفيض بزاوية  $60^\circ$

:- العمودي على الملف يصنع زاوية  $30^\circ$  مع خطوط الفيض المغناطيسي

$$\therefore \theta = 30^\circ$$

$$\therefore \tau = BIAN \sin 30^\circ = \frac{1}{2} BIAN$$

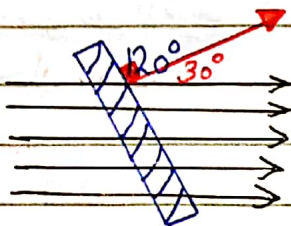
:- عزم الإزدواج نصف القيمة العظمى



٤ العمودي على الملف يميل على خطوط الفيض المغناطيسي بزاوية  $60^\circ$

$$\therefore \theta = 60^\circ$$

$$\tau = BIAN \sin 60^\circ$$



٥ الملف يميل على خطوط الفيض المغناطيسي بزاوية  $120^\circ$

$$\therefore \theta = 30^\circ$$

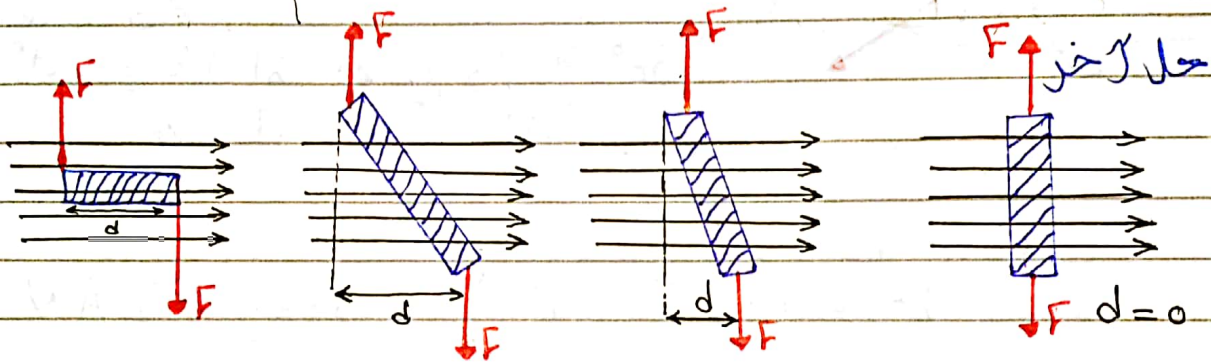
$$\therefore \tau = BIAN \sin 30^\circ$$

$$\leftarrow \text{عزم الإزدواج نصف القيمة العظمى} = \frac{1}{2} BIAN$$

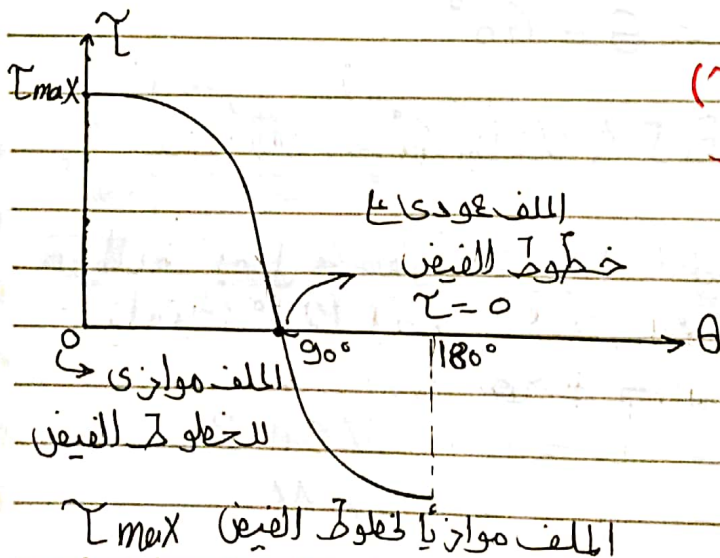


علل: يتناقص عزم الإزدواج المؤثر على ملف عند دورانه من الوضع الموازي حتى ينعدم عندما يكون الملف عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسي؟

لأنه عندما يكون الملف موازياً لخطوط الفيض تكون الزاوية بين العمودى على الملف وخطوط الفيض  $\theta = 90^\circ$  ويكون عزم الإزدواج قيمته صفر وبدورانه الملف تقل الزاوية المحصورة بين العمودى على الملف وخطوط الفيض حتى تنعدم  $\theta = 0$  عندما يكون الملف عمودياً على خطوط الفيض المغناطيسي وبالتالي يتناقص عزم الإزدواج حتى ينعدم



لأنه بدورانه الملف من الوضع الموازي ومولاً للوضع العمودى يقل البعد العمودى بين القوتين المؤثرتين على الضلعين المتوازيين حسب العلاقة  $\tau = F \cdot d$  ، يقل عزم الإزدواج وعند الوصول للوضع العمودى يصبح البعد العمودى بين القوتين = صفر وبالتالي ينعدم عزم الإزدواج



الشكل المقابل يوضح :-  
العلاقة بين عزم الإزدواج ( $\tau$ )  
والزاوية المحصورة بين الملف  
وخطوط الفيض المغناطيسي  
خلال نصف دورة

\* الملف فى الاتجاه المعاكس بعد  
 $\theta = 90^\circ$  بسبب القصور الذاتي  
للملف

\* يشترك الدوران ملف بتأثير عزم الإزدواج عليه ألا يبدأ من الوضع العمودي

ليه ← لأنه عندما يكون الملف عمودي على خطوط الفيض المغناطيسي عزم الإزدواج = صفر وبالتالي عند مرور تيار كهربائي لن يتحرك الملف أو يبدأ في الدوران

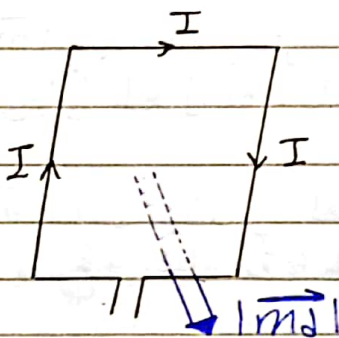
« عزم ثنائي القطب المغناطيسي  $\vec{m}d$  »

\* عزم ثنائي القطب المغناطيسي  $\vec{m}d$  هو العمودي على الملف

عزم ثنائي القطب المغناطيسي  $\vec{m}d$

هو كمية متجهة اتجاهها عمودي على مستوى الملف في اتجاه تقدم البريمة اليمنى عندما يكون اتجاه دورانها مع اتجاه التيار في الملف ويساوي  $IAN$

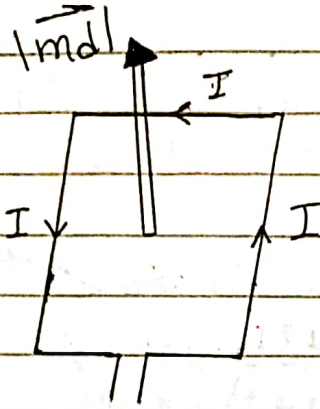
\* كمية متجهة  $\vec{m}d$  ← مقدار  
اتجاه ←



أعندما يكون اتجاه التيار مع عقارب الساعة واتجاه البريمة للداخل يكون اتجاه  $\vec{m}d$  عمودي على مستوى الملف للداخل

\* يمكن استخدام قاعدة أبير لليد اليمنى لتحديد اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي حيث يحل كما لو كان ملف دائري





٢٢ عندما يكون اتجاه التيار عكس عقارب الساعة واتجاه البرق للخارج

فإن اتجاه  $\vec{m}_d$  يكون عمودي على مستوى الملف للخارج

\* العوامل التي يتوقف عليها اتجاه  $\vec{m}_d$  ؟

القانون الأساسي :-

$$|\vec{m}_d| = IAN$$

تكافئ  $A \cdot m^2$

$$\tau_{max} = BIAN$$

$$= B |\vec{m}_d|$$

$$|\vec{m}_d| = \frac{\tau_{max}}{B} \rightarrow \frac{N \cdot m}{T}$$

اتجاه التيار في الملف

العوامل التي يتوقف عليها مقدار  $\vec{m}_d$  ؟

٢١ شدة التيار المار في الملف

٢٢ مساحة الملف

٢٣ عدد لفات الملف

←  $\vec{m}_d$  ← يقدر بعزم الإزدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربائي موضوع موازياً لمجال مغناطيسي كثافته  $B$

←  $\vec{m}_d$  ← يقدر بقيمة العزم الإزدواج المؤثر على الملف موضوع في مجال مغناطيسي كثافته فيه  $B$

←  $\vec{m}_d$  ← النسبة بين القيمة العظمى لعزم الإزدواج المؤثر على ملف إلى كثافة الفيض المغناطيسي الموضوع فيه في الملف

أسئلة هامة :-

٢٢ إذا زادت كثافة الفيض المغناطيسي المؤثر على ملف للضعف

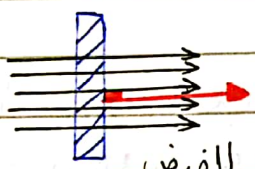
فإن مقدار  $\vec{m}_d$  يظل ثابت -

$$|\vec{m}_d| = IAN$$

or

$$|\vec{m}_d| = \frac{\chi_{max}}{B} = \frac{B IAN}{B} = IAN$$

٢٣ عند ما يكون مستوى الملف عمودياً على خطوط الفيض  
المغناطيسي فإن  $\vec{m}_d$  يساوي  $IAN$



$\theta = 0$  الزاوية المحصورة بين

العمودى على الملف وخطوط الفيض

$$\therefore \chi = 0$$

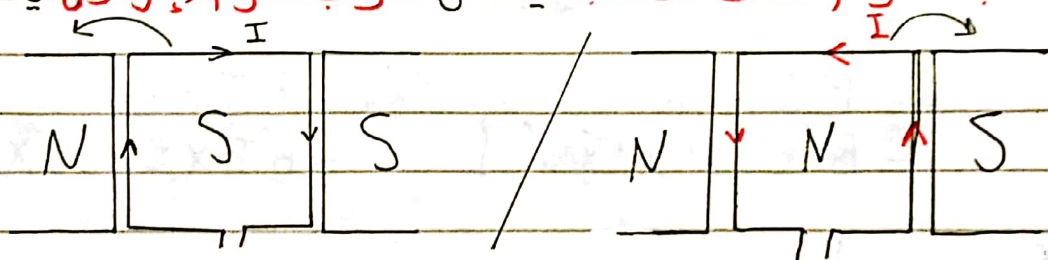
$$|\vec{m}_d| = IAN$$

انتبه لا أحد يقول أنه بما أنه  $\chi = 0$  إذن  $|\vec{m}_d| = 0$   
هنا  $\chi = 0$  وليس  $\chi_{max} = 0$  حيث ينص القانون على

$$|\vec{m}_d| = \frac{\chi_{max}}{B}$$

يشترط أنه يكون القطب العظمى  $\chi$  وليس أى عزم إزدواج

٢٤ إذا انعكس اتجاه التيار المار في الملف للموضع بين قطبي مغناطيسي  
فإن اتجاه عزم ثنائي القطب ينعكس واتجاه عزم الإزدواج ينعكس



الموضع (١)



٤٤ إذا انعكس اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر على ملف

أو

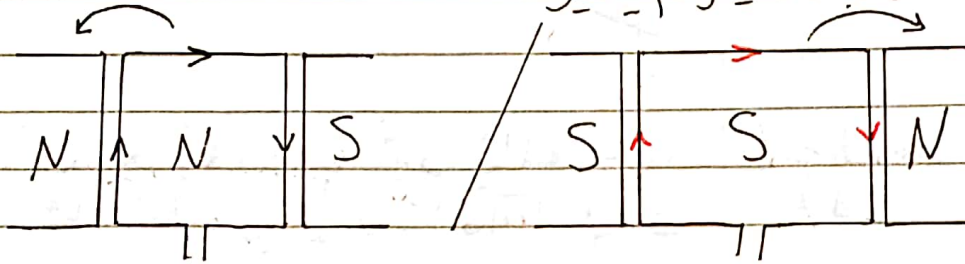
إذا استبدلت أماكن الأقطاب المغناطيسية فإنه

عزم الإزدواج المؤثر على ملف اتجاهه يتغير

و اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي لا يتغير

لأن اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي يتوقف على اتجاه التيار في الملف

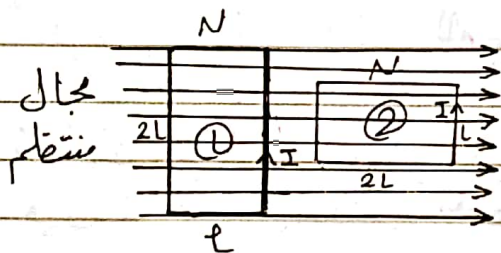
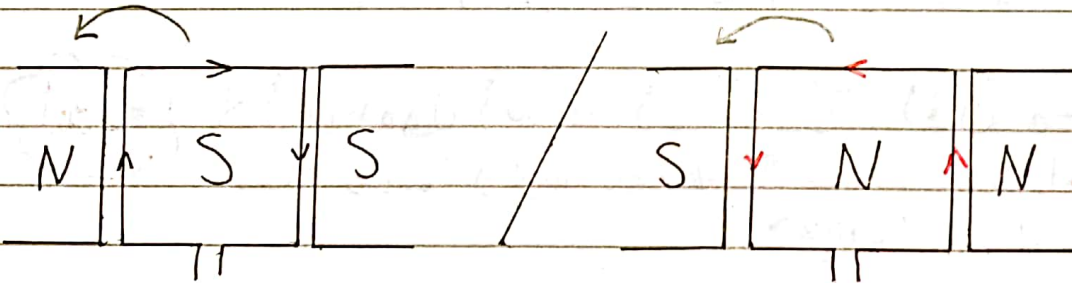
واتجاه التيار لم يتغير



٤٥ إذا انعكس اتجاه التيار في الملف وانعكس اتجاه المجال المغناطيسي

فإن اتجاه عزم ثنائي القطب ينعكس واتجاه عزم الإزدواج

للمغناطيسي المؤثر على الملف لا يتغير



في الشكل المقابل :-

للفلدة موازياته للمجال

لأنه مساحه الملف (1)

منطبقه على خطوط المجال المغناطيسي

$$\tau_1 = B I A' N$$

$$= B I \times 2L \times l \times N$$

$$\tau_2 = B I A N$$

$$= B I \times l \times 2L \times N$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{1}{1}$$

## « أجهزة القياس »

### أجهزة القياس الكهربى

#### رقية

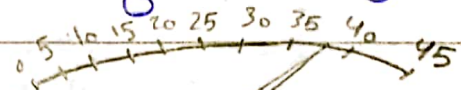
هى أجهزة تعتمد على ظهور  
النوايح على شاشة رقمية

#### فكرة العمل :-

الإلكترونيات الرقية

#### نناظرية

هى أجهزة تعتمد على ظهور  
النوايح عن طريق مؤشر  
يتحرك على تدريج



#### فكرة العمل :-

عزم الإزدواج المغناطيسى  
للمؤثر على ملف يمر به تيار  
كهربى قابل للدوران فى مجال  
مغناطيسى

#### أو

التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى

هناك أربع أجهزة نناظرية

١١ الجلفانومتر الحس (ذو الملف المتحرك) لقياس التيارات ضعيفة الشدة

لتم تعديله لقياس شدة التيارات القوية ويصبح أميتر [١٢]

لتم تعديله لقياس فروق الجهد ويصبح فولتميتر [١٣]

لتم تعديله لقياس المقاومة ويصبح أوميتر [١٤]

الجلفانومتر



## ١٢ الجلفانومتر

يسمى الجلفانومتر الحساس لأنه يقيس تيارات كهربية ضعيفة جداً

أو الجلفانومتر ذو الملف المحرار لأنه الجهاز به ملف قابل للدوران في المجال المغناطيسي

١٢ الاستخدام : يستخدم في الاستدلال على وجود تيارات كهربية مسفرة ضعيفة جداً وقياس شدتها وتحديد اتجاهها

ومن الاستخدام نجد أنه للجلفانومتر مميزات وعيوب

المميزات : يقيس تيارات كهربية ضعيفة الشدة جداً ومتناهية

للصغر بالملي أمبير ، الميكرو أمبير

للعيوب : لا يقيس التيارات الكهربائية عالية الشدة

لا يقيس التيارات المترددة

## ١٣ فكرة العمل

عزم الإزدواج المغناطيسي المؤثر على ملف قابل للدوران في مجال مغناطيسي

أو التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي

## ١٤ التركيب

١٤ قلبه مغناطيسيانه مقعرانه

٢١ استهوانة من الحديد المطاوع لتركز الفيض المغناطيسي في الحيز الذي يدور فيه الملف <sup>على</sup> ؟

لأنه معامل النفاذية للحديد أكبر من معامل النفاذية للهواء

٢٢ ملف من سلك نحاس ملفوف حول إطار خفيف من الألومنيوم على هيئة مستطيل يمكن أن يدور

٢٣ حوامل من العقيق <sup>هو</sup> وهو حجر كريم ناعم جداً وبالتالي

احتكاكه قليل مما يسهل حركته

<sup>على</sup> تصنع الحوامل التي ينتركز عليها الملف من العقيق ؟

لتقليل الاحتكاك وتسهيل حركة الملف

٢٤ زوج من الملفات الزنبركية «تصنع من سبيكة البرونز- الفوسفوري»

٢٥ يعملان كمومات لدخول وخروج التيار من الملف

٢٦ التحكم في حركة الملف حيث يتولد في الملف الزنبركيان عزم يس

عزم إلى (الإلتواء) ليحل على إعادة الملف لوضعه الأصلي عند انقطاع

التيار الكهربائي

٢٧ يتولد عزم إلى في الملفين الزنبركيين ويسمى أيضا بعزم الإلتواء

يزداد تدريجيا مع دورانه الملف إلى أنه يتساوى مع عزم الإزدواج

المغناطيسي فيعملانه على تثبيت المؤشر عند قراءة معينة تدل على شدة التيار



## أسئلة هامة

١١ عند دوران الحزام ملف الجلفانومتر من صفر والتدريج إلى أنه يستقر عند قراءة معينة فإنه عزم الإزدواج المغناطيسي المؤثر على الملف

ثابت وعزم اللي في الملف الزنبركية يزداد

ومحملة عزم الإزدواج المؤثرة على ملف تتناقص

لأنه المحملة تكون حامل طرح وعزم الإزدواج ثابت وعزم اللي

يزداد وبالتالي تتناقص المحملة

١٢ عند استقرار مؤشر الجلفانومتر عند قراءة معينة تكون محملة عزم الإزدواج

المؤثر على الملف تساوى صفر

لأنه عزم اللي وعزم الإزدواج متضاده وتكون المحملة طرح وبالتالي تكون صفر حيث أنهما متساويان في المقدار

١٣ عند قطع التيار الكهربائي عن ملف الجلفانومتر فإنه عزم الإزدواج

يتلاشى (ينعدم) وعزم اللي في الماغنيت الزنبركين يتلاشى تدريجياً

أو ينعدم تدريجياً حيث عندما يتم قطع التيار يكون عزم

الإزدواج = صفر ولكن عزم اللي يتناقص تدريجياً حتى ينعدم

علل  
٢٢ ملف الجلفانومتر على إلكتر من الألومنيوم؟

لأنه الألومنيوم خفيف الوزن وغير قابل للتغلف فلا يجذب

للأقطاب المغناطيسية

٢٣ مؤشر الجلفانومتر خفيف وطويل ومن الألومنيوم؟  
خفيف ← حتى لا يعوق حركة الملف

طويل ← حتى يقع على التدريج بالضبط

من الألومنيوم ← لأنه الألومنيوم خفيف الوزن وغير قابل للتغلف

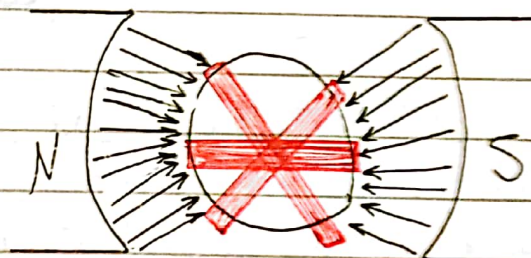
٢٤ يجب أن تكون الأقطاب المغناطيسية مقعرة؟



عندما تكون الأقطاب

مستوية

$$\tau = B I A N \sin \theta$$



عندما تكون الأقطاب مقعرة

$$\tau_{max} = B I A N$$

حتى تكون خطوط الفيض بين الأقطاب على هيئة أنصاف دوائر دائرية

وبالتالي يكون الملف موازياً لخطوط الفيض في جميع أوضاعه فيكون عزم

الازدواج المؤثر عليه قصير دائماً

• الأقطاب المقعرة والأرطوانة المعدنية لها سبب جعل عزم الازدواج قصير دائماً



## ٢٤- تدريج الجلفانومتر منتظم وصفره في المنتصف ؟

١- قدر لحيه منتظم حيث أنه زاوية الخراف مؤشر الجلفانومتر عن موضع الصفر

تتناسب ترددياً مع شدة التيار

$$\theta \propto \tau$$

$$\tau \propto I$$

$$\theta \propto I$$

مثال لومر تيار 1mA ينحرف 1°  
2mA 2°  
3mA 3°

وعند افتراض  $\theta \propto I^2$  هنا يكون التدرج غير منتظم حيث  
عند زيادة زاوية الخراف تزداد شدة التيار 4 أمثالا

مثال  
1mA 5°  
2mA 20°  
3mA 45°

وهذا لا يحدث في الجلفانومتر

٢- صفره في المنتصف متى يمكن من تحديد اتجاه التيار الكهربى

~~لا~~ لو كانت أقطاب المغناطيس مستوية كان التدرج غير منتظم

حيث أنه الأقطاب المقعرة حسب رئيسى في النظام تدريج  
الجلفانومتر

توضيح  
عند ما تكون الأقطاب مستوية فإن  $\tau = BIAN \sin \theta$   
وهنا لا يمكن أنه نقول أنه  $\tau \propto I$  إلا عند ثبوت باقي العوامل

لما إذا كانت الأقطاب مقعرة فإن  $\tau \propto I$  حيث  $\tau_{max} = BIAN$

## ٥٠ شرح العمل :-

١٢٠ عند مرور تيار كهربى فى الملف يتولد عزم  $\vec{M}$  يسمى عزم الجزدواج المغناطيسى يعمل على دورانه الملف فى اتجاه عقارب الساعة أو عكس اتجاه عقارب الساعة.

١٢١ أثناء دورانه الملف يتولد فى الملفين الزنبركيين عزم  $\vec{M}$  يسمى عزم اللي (الالتواء).

يكون عكس اتجاه عزم الجزدواج المغناطيسى ولكن مساوى له فى المقدار وتزداد قيمته تدريجياً بزيادة زاوية انحراف المؤشر.

١٢٢ عندما يتزنه عزم الجزدواج المؤثر على ملف الجلفانومتر مع عزم اللي فى الملفين.

الزنبركيين يستقر المؤشر عند قراءة معينة تدل على مقدار شدة التيار.

## ٥١ المميزات والعيوب :-

## المميزات

١٢٣ قياس التيارات ضعيفة الشدة والمتنهاية للصغر المسقرة

## العيوب :-

١٢٤ لا يصلح لقياس التيارات عالية الشدة

١٢٥ لا يصلح لقياس التيارات المترددة

١٢٦ الأقطاب المغناطيسية تضعف بمرور الزمن

١٢٧ ضعف الملفان الزنبركيين بكثرة الإستخدام

لذلك يجب معايرة الجهاز من فترة لآخرى



ماذا يحدث عندما :-

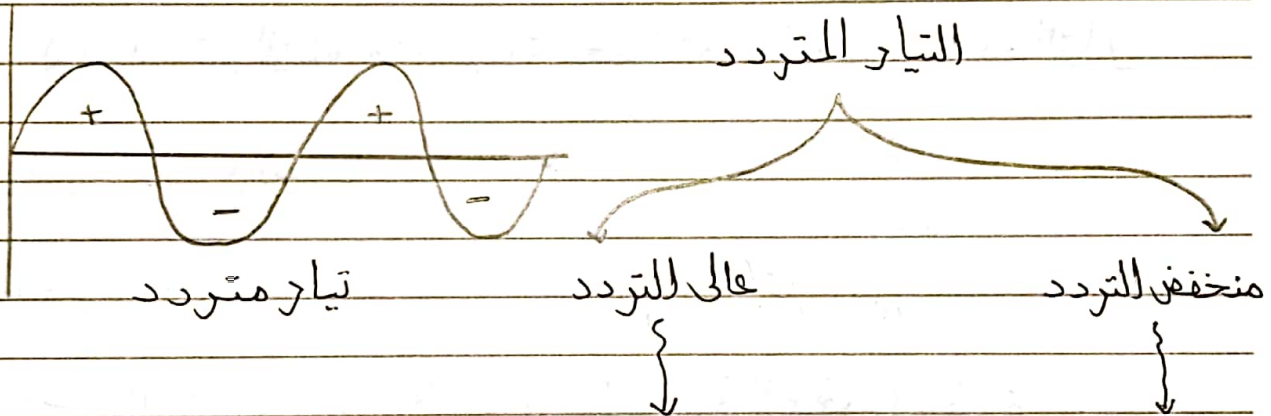
أ) نستخدم جرس الجلفانومتر في قياس التيارات عالية الشدة ؟

تولد كمية هائلة من الطاقة الحرارية في سلك الملف حيث  $E \propto I^2$

من العلاقة  $E = I^2 R t$  الطاقة وقد يؤدي إلى تولد عزم إزدواج

قيمته كبيرة يؤدي إلى تلف الملفات الزنبركية

ب) نستخدم الجلفانومتر في قياس التيار المتردد ؟



يتذبذب المؤشر  
ويساراً ولا يستقر عند  
قراءة معينة  
يثبت المؤشر عند الصفر  
ولا يستجيب للتغيرات  
السريعة في اتجاه التيار بسبب القصور الذاتي

\* القصور الذاتي :- هو ميل كل جسم للبقاء على حالته من سكود أو حركة

أو مقاومة الجسم للتغير من حالته .

## ١٦ حساسية الجلفانومتر

$$\text{حساسية الجلفانومتر} = \frac{\theta}{I}$$

« $\theta$ » زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر

« $I$ » شدة التيار

حساسية الجلفانومتر هي تقدر بزاوية انحراف الجلفانومتر عن وضع الصفر عندما يمر به تيار شدته الوحدة

أو هي النسب بين زاوية انحراف مؤشره عن وضع الصفر إلى

شدة التيار المار خلاله

وحدة القياس: درجة / مللي أمبير « $\text{deg} / \text{mA}$ »

درجة / ميكرو أمبير « $\text{deg} / \mu\text{A}$ »

$$\text{deg} / \text{mA} \xrightarrow{\times 10^3} \text{deg} / \text{A}$$

$$\text{deg} / \mu\text{A} \xrightarrow{\times 10^6} \text{deg} / \text{A}$$

أ إذا زادت شدة التيار المار في ملف الجلفانومتر للضعف

فإنه حساسية الجلفانومتر تظل ثابتة

حيث أنه  $\theta \propto I$  وبالتالي عند زيادة شدة التيار تزداد زاوية

انحراف المؤشر بنفس المقدار وتصبح النسب بينهما ثابتة



٢٢ العوامل التي تتوقف عليها حساسية الجلفانومتر

أي عامل يؤثر على  $\theta$  ولا يؤثر على  $I$  حيث  $\theta \propto \tau = BIAN$

٢٣ كثافة الفيض ، مساحة الملف ، عدد لفات الملف  
٢٤ مرونة الملفات الزنبركية .

٢٥ ماذا يحدث لحساسية الجلفانومتر عندما تضعف الأقطاب المغناطيسية  
بمرور الزمن ؟

تقل حساسية الجلفانومتر

حيث عندما تضعف الأقطاب تقل كثافة الفيض المغناطيسي وبالتالي

يقل عزم الإزدواج المؤثر على الملف وبالتالي تقل حساسية الجلفانومتر

حيث  $\theta \propto \tau = BIAN$   
تقل تقل تقل

٢٦ ماذا يحدث عند -

٢٧ إستبدال الملفات الزنبركية بملفات حلبة / قوية ؟

تقل حساسية الجلفانومتر

٢٨ إستبدال الملفات الزنبركية بملفات أضعف ؟

تزداد حساسية الجلفانومتر

جلفانومتر (A) ينحرف  $10^\circ$  عندما يمر به تيار شدته  $1mA$

وجلفانومتر (B) ينحرف  $10^\circ$  عندما يمر به تيار شدته  $100mA$

أيهما حساسية الجلفانومتر تكونه أكبر ؟

حساسية الجلفانومتر (B) هي الأكبر

$$10^4 \text{ deg/A} = 10^3 \times \frac{10}{1} = \text{حساسية "A"}$$

$$10^7 \text{ deg/A} = 10^6 \times \frac{10}{1} = \text{حساسية "B"}$$

$$I_{\text{كل}} (\text{زحاية التدرج}) = \underbrace{I_{\text{للقسم}}}_{\text{دلالة القسم الواحد أو حساسية الجسم الواحد}} \times n \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{عدد الأقسام} \\ \text{عدد الأقسام} \end{array}$$

دلالة القسم الواحد أو حساسية الجسم الواحد

لا بد من أنه تكونه التيارات بنفس الوحدة عند التعويض

\* جلفانومتر ينحرف مؤشره إلى منتصف تدريجه عندما يمر به

تيار شدته  $1mA$ ،  $(\frac{1}{2} I \text{ التدرج})$  وعدد أقسامه (n) 20 قسم

احسب حساسية الجلفانومتر للقسم الواحد ؟

$$\text{هناك حلان } \Pi = \frac{1}{2} I \text{ التدرج} = 0,1 mA$$

$$I_{\text{كل}} = 0,2 mA$$

$$I_{\text{للقسم}} = 10^{-5} \rightarrow 20 \times I_{\text{للقسم}} = 0,2 \times 10^{-3}$$



١٢ : عدد الأقسام الكلي (n) = 20 قسم

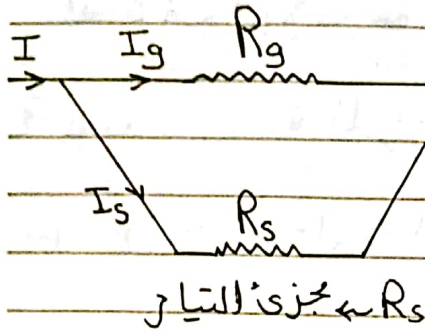
: عدد أقسام النصف = 10 قسم

$$I \times n = I_{\text{لقيم}} \times \frac{1}{2} \text{ التدرج}$$

$$0.1 \times 10^{-3} = I \times 10$$

$$I_{\text{لقيم}} = 10^{-5} \text{ أمبير/قسم}$$

## « أميتر التيار المستمر »



هو عبارة عن جلفانومتر وصل ملفه على التوازي بمقاومة صغيرة تسمى مجزئ التيار

يستخدم في قياس التيارات الكهربائية

للمسطرة عالية الشدة

« يوصل الأميتر في الدائرة الكهربائية على التوالي »

يوصل مجزئ التيار على التوازي في الأميتر

« مجزئ التيار هو مقاومة صغيرة توصل على التوازي مع مقاومة

الجلفانومتر (  $R_g$  ) لتحويله إلى أميتر صالح لقياس التيارات المستمرة

عالية الشدة

## أهمية مجزئ التيار

أ<sup>ا</sup> يعمل على تجزئة التيار بحيث يمر الجزء الأصغر خلال ملف

الجلفانومتر والجزء الأكبر خلال المجزئ وبالتالي يحافظ على ملف الجلفانومتر

من الإنضرار أو التلف

ب<sup>ب</sup> يعمل على زيادة مدى الجهاز « أي يجعل الجهاز صالحاً لقياس تيارات أكبر شدة »



٣٣ يجعل المقاومة الكلية للجهاز صغيرة وبالتالي لا يؤثر على المقاومة الكلية للدائرة ولا يؤثر على شدة التيار المار في الدائرة

٣٤ يزيد من دقة الجهاز « أي يعطي قراءات صحيحة »

\* كلما قلت مقاومة الأميتر كلما زادت دقة الجهاز

لإستنتاج قانون حساب مجزئ التيار  $R_s$

$$V_g = V_s$$

$$I_g R_g = I_s R_s$$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I_s}$$

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{V_g}{I - I_g}$$

«  $R_s$  » مقاومة مجزئ التيار / المقاومة اللازمة توصيلها على التوازي مع ملف الجلفانومتر

«  $R_g$  » هي مقاومة ملف الجلفانومتر

«  $I_g$  » أقصى تيار يتحمله ملف الجلفانومتر / التيار الذي يجعل مؤشر الجلفانومتر ينحرف إلى نهاية التدرج

«  $I$  » شدة التيار الكلي المراد قياسه « تيار الأميتر »

٢١ النسبة بين مقاومة مجزئ التيار إلى مقاومة للأميتر أكبر الواحد الصحيح

لأنه المقاومة الكلية تكونه أصغر من أصغرهم

٢٢ النسبة بين مقاومة للأميتر إلى مقاومة الجلفانومتر أقل الواحد الصحيح  
لأنه مقاومة الأميتر هي المكافئة وبالتالي تكونه أصغر من  $R_s, R_g$

٢٣ النسبة بين تيار المجزئ إلى تيار للأميتر أقل الواحد الصحيح  
لأنه تيار المجزئ  $I_s$  هو جزء من تيار للأميتر  $I$

٢٤ النسبة بين فرق الجهد على ملف الجلفانومتر إلى فرق الجهد على

مجزئ التيار تساوى الواحد الصحيح  
لأنه للمقاومتين موملايتين على التوازي

٢٥ النسبة بين مقاومة ملف الجلفانومتر قبل توصيل مجزئ التيار إلى مقاومته  
بعد توصيل مجزئ التيار تساوى الواحد الصحيح  
لأنها تكونه نفسها قبل وبعد توصيل مجزئ التيار ولكن تختلف  
للمقاومة الكلية

٢٦ أقصى تيار يتحمله ملف الجلفانومتر قبل توصيل مجزئ التيار تساوى

الواحد الصحيح أقصى تيار يتحمله ملفه بعد توصيل مجزئ التيار  
حيث تكونه الزيادة في التيار الكلى

٢٧ أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر قبل توصيل مجزئ التيار إلى أقصى

تيار يقيسه الجهاز بعد توصيل مجزئ التيار أقل من الواحد الصحيح  
لأنه الأميتر



\* يمكن له تتساوى مقاومة الجلفانومتر مع مقاومة مجزئ التيار

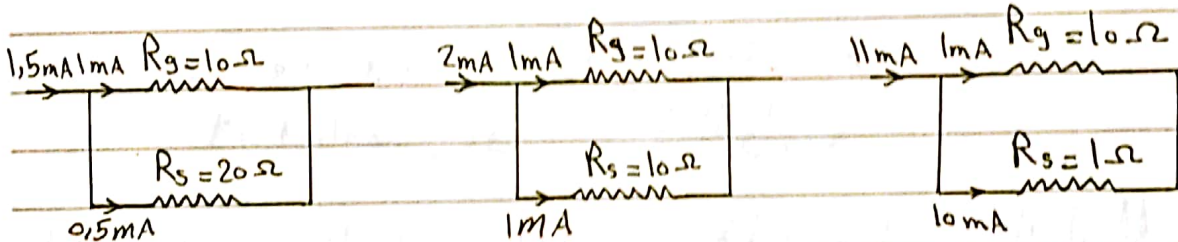
\* إذا وصل مجزئ التيار (التوازي) مع ملف الجلفانومتر وكانت

مقاومة المجزئ أكبر من مقاومة الجلفانومتر فبأنه

مدى الخطأ [يزداد - يقل - يظل ثابت]

لأنه للمقاومتان موصلتان (التوازي) والكافئة تكونه أصغر من

أصغر واحدة فيهم فلا يفرق إلا ما أكبر



$$I_g = 1\text{ mA}$$

$$I = 1.5\text{ mA}$$

المدى زاد

$$I_g = 1\text{ mA}$$

$$I = 2\text{ mA}$$

المدى زاد

$$I_g = 1\text{ mA}$$

$$I = 11\text{ mA}$$

المدى زاد

\* مقاومة مجزئ التيار غالباً أصغر من مقاومة ملف الجلفانومتر

$$\text{حساسية الجلفانومتر} = \frac{\theta}{I_g}$$

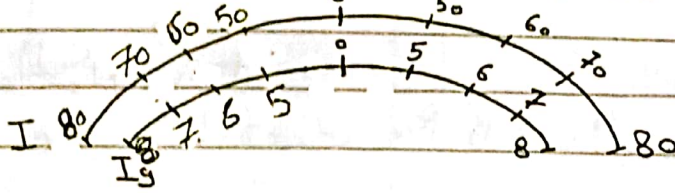
$$\text{حساسية الأميتر} = \frac{\theta}{I}$$

$$\frac{\text{حساسية الأميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{\theta}{I} \times \frac{I_g}{\theta} = \frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s + R_g}$$

$$\frac{I_g}{I} = \frac{R'_{\text{اميتر}}}{R_g} = \frac{R_g R_s}{(R_g + R_s) R_g} = \frac{R_s}{R_s + R_g}$$

هام جداً

\* زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر = زاوية انحراف مؤشر الأميتر =  $\theta$



أ) جلفانومتر مقاومته  $R$  فانه مقاومة مجزى التيار التي تنقص

حساسية للسدس هي

$$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s + R_g} = \frac{1}{6}$$

$$6R_s = R_s + R_g$$

$$5R_s = R_g = R$$

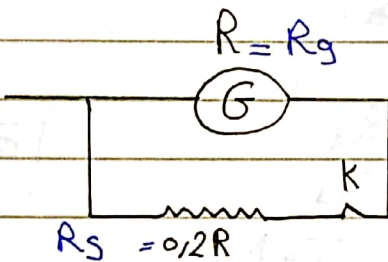
$$R_s = \frac{R}{5}$$

$$6R \quad \text{P}$$

$$R \quad \text{B}$$

$$5R \quad \text{C}$$

$$\frac{R}{5} \quad \text{D}$$



ك) في الشكل المقابل  
عند غلق المفتاح K فانه  
حساسية الجهاز تقل

$$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_s + R_g}$$

$$= \frac{0.2R}{0.2R + R} = \frac{0.2R}{1.2R} = \frac{1}{6}$$

أ) للنصف

ب) للربع

ج) للخمس

د) للسدس

\* كلما زاد المدى (أقصى قيمة يمكن قياسها) تقل الحساسية

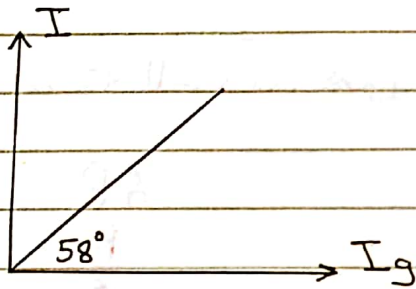


٣ كما نقصت قيمة مجزئ التيار المتصل بالجلفانومتر فإند حساسية

الجهاز تقل حيث كما نقصت  $R_s$  كذا قل الجلفانومتر أعلى

\* كما زادت  $R_s$  زادت حساسية الجهاز

٤ من خلال الشكل البياني

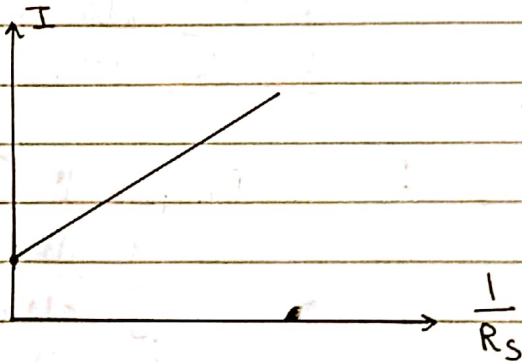


لوجد النسبة بين مقاومة ملف الجلفانومتر إلى مقاومة الأميتر

$$\text{Slope} = \frac{\Delta I}{\Delta I_g} = \frac{R_g}{R'}$$

$$\tan(58) = \frac{R_g}{R'}$$

$$\frac{R_g}{R'} = \frac{8}{5}$$

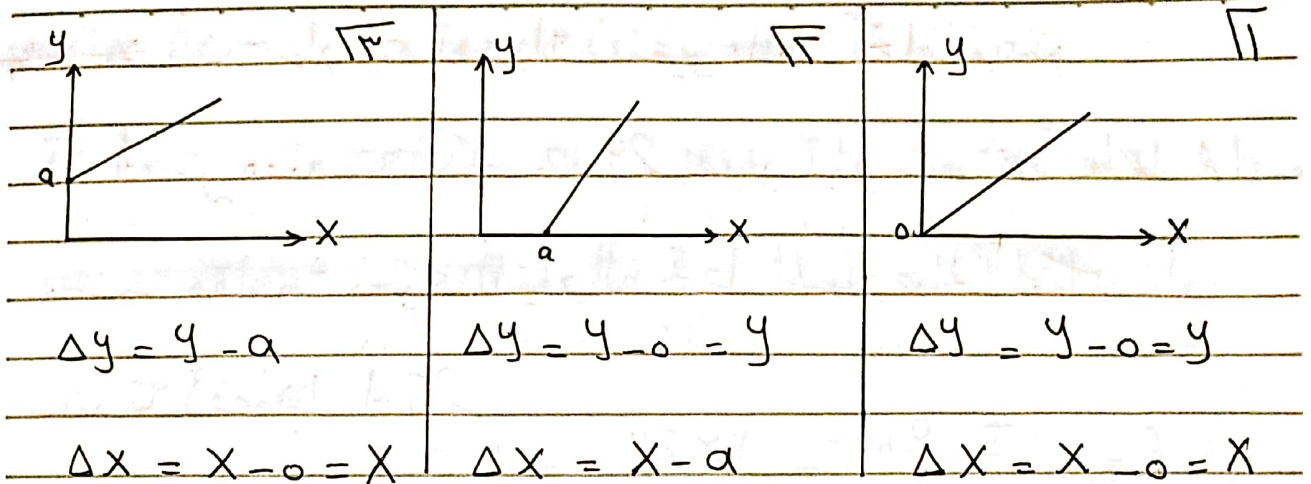


$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} \quad \text{10}$$

$$I - I_g = \frac{I_g R_g}{R_s}$$

$$\text{Slope} = \frac{\Delta I}{\Delta \frac{1}{R_s}} = \frac{I - I_g}{\frac{1}{R_s}}$$

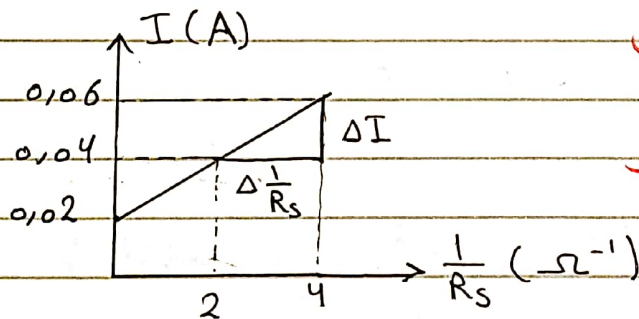
$$\frac{I_s}{\frac{1}{R_s}} = I_s R_s = I_g R_g = V_g = V_s = I R' \quad \text{أميتر}$$



\*\*\* في ٣، ٢ عندما نحسب الميل في العلاقات ٣، ٢

لا يصبح أنه نأخذ نقطة على المحور السينات يقابلها نقطة على المحور

المصادر ولكن نحسبه من خلال  
 $\frac{\text{فرق المصادر}}{\text{فرق السينات}}$



٥ من خلال الرسم البياني المقابل

احسب مقاومة ملف الجلفانومتر

$$\text{Slope} = \frac{\Delta I}{\Delta \frac{1}{R_s}} = I_g R_g$$

$$= \frac{0.06 - 0.04}{4 - 2} = \frac{0.02}{2} = 0.01$$

$$I_g R_g = 0.01$$

$$0.02 R_g = 0.01$$

$$R_g = 0.5 \Omega$$



~~\*\*\*~~ ~~أى جهاز يتم تعديله (يتغير مداه) كجلفانومتر~~

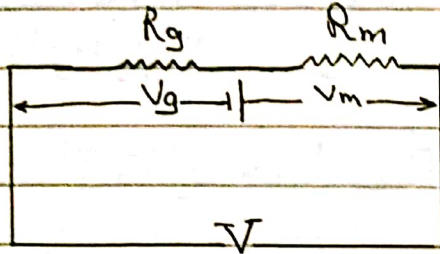
أ. أميتر مقاومته الكلية  $24 \Omega$  يقيس تيار شدته  $1A$

لحسب مقاومة مجزئ التيار التي تجعل الجهاز صالحاً لقياس تيار

شدته  $25A$

$$R_s' = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{1 \times 24}{25 - 1} = 1 \Omega$$

## « الفولتميتر »



« هو عبارة عن جلفانومتر وصل ملفه على التوالى بمقاومة تسامضاعف الجهد

« يستخدم في قياس فروق الجهد الكبيرة  
أو  
قياس القوة الدافعة الكهربية للمصدر

« يوصل في الدائرة على التوازي

« يوصل مضاعف الجهد على التوالى

« مضاعف الجهد هو مقاومة كبيرة توصل على التوالى مع ملف الجلفانومتر لتحويله إلى فولتميتر صالح لقياس فروق الجهد الكبيرة

## أهمية مضاعف الجهد

١. تجعل المقاومة الكلية للجهاز كبيرة (مما يؤدي إلى مرور تيار ضعيف وبذلك تحافظ على ملف الجلفانومتر من الانصهار أو التلف)

٢. تجعل الجهاز صالحاً لقياس فروق جهد أكبر «زيادة مدى الجهاز»

٣. تجعل للمقاومة الكلية للجهاز كبيرة وبالتالي لا يؤثر على المقاومة الكلية

للدائرة ولا شدة التيار المار في الدائرة عند توصيله على التوازي

« يفضل أن تكون مقاومة الفولتميتر كبيرة حيث كلما زادت قراءات دقة الجهاز



\* كلما زادت قيمة مضاعف الجهد فإن قيمة دقة الجهاز (جهاز الفولتميتر) تزداد

حيث تزداد  $R_m$  وبالتالي تزداد المقاومة الكلية له تكون مقاومة الفولتميتر كبيرة وبالتالي تكون الدقة أعلى

لإستنتاج قانون حساب مضاعف الجهد  $R_m$

$$V_g + V_m = V$$

$$V_g + I_g R_m = V$$

$$I_g R_m = V - V_g$$

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g}$$

$$R_m = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$$

$$R' = R_g + R_m \text{ مقاومة الفولتميتر}$$

أ النسبة بين مقاومة مضاعف الجهد إلى مقاومة الفولتميتر ككل أقل من الواحد الصحيح

حيث أنه  $R'$  تساوي مجموع  $R_m$  و  $R_g$  وتكون أكبر من أكبر واحدة فيهم

أ النسبة بين مقاومة الفولتميتر إلى مقاومة الجلفانومتر تكون أكبر من الواحد الصحيح

٣٣ النسبة بين تيار مضاعف الجهد إلى تيار ملف الجلفانومتر ١ : ١  
حيث أنهم موصلان على التوالي وبالتالي يمر بهم نفس التيار

٣٤ النسبة بين فرق الجهد على ملف الجلفانومتر إلى فرق الجهد الذي  
يقيسه الفولتميتر أقل من الواحد الصحيح

٣٥ النسبة بين أقصى فرق جهد يتحمله ملف الجلفانومتر قبل توصيل  
مضاعف الجهد إلى أقصى فرق جهد يتحمله ملف الجلفانومتر  
بعد توصيل مضاعف الجهد يساوي الواحد الصحيح  
حيث أنه الزيادة الحادثة تكون عند  $V_m$  وليس  $V_g$

٣٦ النسبة بين مقاومة ملف الجلفانومتر قبل توصيل مضاعف الجهد  
إلى مقاومة الجلفانومتر بعد توصيل مضاعف الجهد ١ : ١

٣٧ النسبة بين أقصى تيار يتحمله ملف الجلفانومتر قبل توصيل مضاعف  
الجهد إلى أقصى تيار يتحمله ملف الجلفانومتر بعد توصيل مضاعف  
الجهد ١ : ١

\* يمكن أنه تتساوى مقاومة ملف الجلفانومتر مع مقاومة مضاعف الجهد  
ويزداد مدى الجهاز ولكن تكون زيادة بسيطة

٣٨ إذا وصل ملف الجلفانومتر بمضاعف جهد مقاومته أصغر من مقاومة  
ملف الجلفانومتر فإنه مدى الجهاز يزداد

\* مقاومة مضاعف الجهد غالباً تكون أكبر من مقاومة ملف الجلفانومتر

٣٩ إذا وصل مضاعف جهد مقاومته أكبر / مساوي / أصغر  
من مقاومة ملف الجلفانومتر فإنه مدى الجهاز في  
الثلاث حالات يزداد

\* كلما زاد المدى كلما قلت حساسية الجهاز



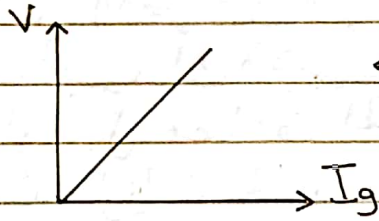
لحساب أقصى فرق جهد يقيسه الفولقيتر

$$V = V_g + V_m$$

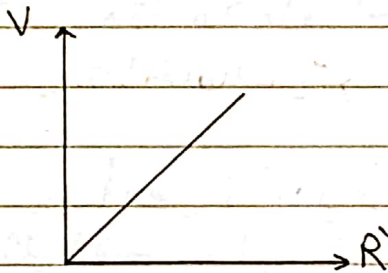
$$V = I_g R_g + I_g R_m$$

$$V = I_g (R_g + R_m)$$

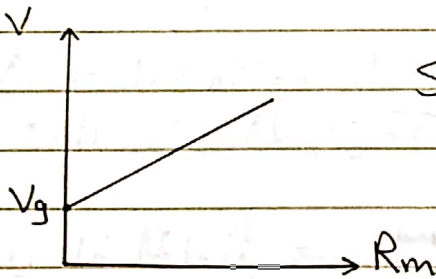
$$V = I_g R'$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I_g} = R' = R_g + R_m \quad \text{II}$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta R'} = I_g \quad \text{III}$$



$$\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta R_m} = \frac{V - V_g}{R_m} = I_g \quad \text{IV}$$

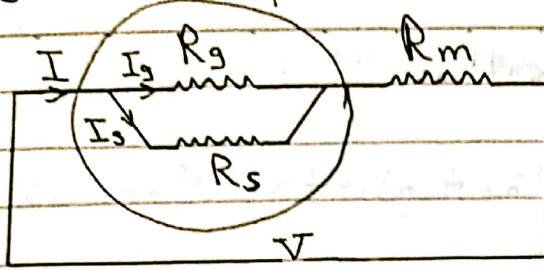
II كلما زادت قيمة معايف الجهد فإد دقة الجهاز تزداد

III كلما زادت قيمة معايف الجهد فإد حساسية الجهاز تقل

يعامل كجلفانومتر

PAGE

DATE



\* تحويل الأميتر إلى فولقيتر

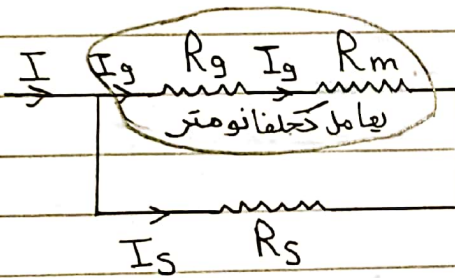
\* ذي جهاز يتم تعديله يعامل كجلفانومتر

= الأميتر يعامل كجلفانومتر

$$V = I_g (R_g + R_m)$$

$$* R_g = \frac{R_g \times R_s}{R_g + R_s}$$

$$* I_g = I$$



تحويل الفولقيتر إلى أميتر



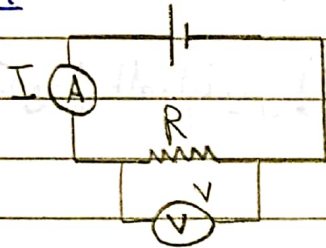
## « الأوميتير »

الاستخدام : قياس قيمة مقاومة بحسولة بطريقة مباشرة .

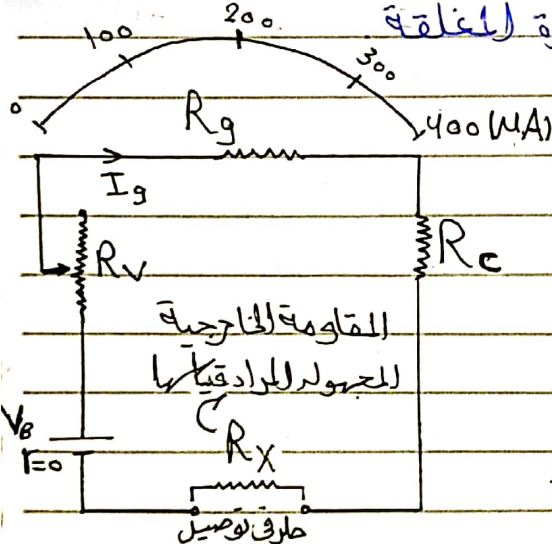
يوجد طريقتان مباشرة وغير مباشرة لحساب المقاومة للمجسولة

الطريقة المباشرة : هو أنه الجواز له طرفان توصيل وعند توصيلهم يظهر في المقاومة ينحرف المؤشر مباشرة ويعطى قيمة المقاومة للمجسولة .

الطريقة الغير مباشرة : هي وجود دائرة كبري ببطارية وأوميتير ومقاومة تمثل حمل على التوازي فولتية وتحتسب المقاومة منه خلال  $R = \frac{V}{I}$



أفكرة العمل : قانون أوم للدائرة المغلقة / التناسب العكسي بين التيار والمقاومة طبقاً لقانون أوم للدائرة المغلقة



التركيب :

الميكروأوميتير (جلفانومتر) يقرأ تيار  $I_0$  ومقاومته  $R_0$

(الأوميتير المعتاد)

كما مقاومة ثابتة ( $R_c$ ) توصل على التوالي مع ملف الجلفانومتر (الميكروأوميتير) وهي مقاومة كبيرة تحمل على زيادة مقاومة الجواز مما يؤدي إلى مرور تيار ضعيف يناسب ملف الجلفانومتر وبالتالي تخافه عليه من الإنصهار أو التلف

٣٢ مقاومة متغيرة ( $R_v$ ) للتحكم في شدة التيار المار في الدائرة مما يسمح للوصول بالمؤشر إلى نهاية التدرج حتى يمكن من معايرة الجهاز

ولحسابها :-  $1- R' = \frac{V_B}{I_0}$

2-  $R_v = R' - (R_g + R_c)$

$R_o = R'$  مقاومة الأوميتير \*

٣٤ عموماً جافة مقاومته الداخلة مهمة وقوته الدافعة الكهربائية ثابتة ( $V_B$ )

حتى لا تتغير شدة التيار أثناء حركة مؤشر الأوميتير وبالتالي تتناسب شدة التيار عكسياً مع المقاومة الكلية طبقاً لقانون أوم

٣٤ معايرة للأوميتير «عمل تدرج للمقاومة»

٣٣ إذا كانت المقاومة الكلية للجهاز للأوميتير تساوي  $R$  فإنه للمقاومة الخارجية التي تجعل مؤشره ينصرف

١- إلى  $\frac{1}{2}$  التدرج هي  $R$

حيث يقل إلى  $\frac{1}{2}$  التدرج عندما يقل التيار إلى النصف وبالتالي تصبح للمقاومة الكلية  $2R$  : المقاومة الخارجية هي  $R$

٢- إلى  $\frac{1}{3}$  التدرج هي  $2R$

حيث يقل التيار إلى  $\frac{1}{3}$  وبالتالي تصبح للمقاومة الكلية  $3R$  : المقاومة الخارجية  $2R$

٣- إلى  $\frac{1}{4}$  التدرج هي  $3R$

يقل التيار إلى  $\frac{1}{4}$  وتصبح  $R$  تساوي  $4R$  :  $R_x$  تساوي  $3R$



٤. إلى  $\frac{3}{4}$  التدرج هي  $\frac{4}{3} R$

$$\frac{7}{3} - 1 = \frac{4}{3} \times R = \frac{4}{3} R$$

نتبع الآتي لحل هذه الفكرة  
 ١٢ نقبل الكسر  
 ١٣ نطرح منه ١  
 ١٤ نضرب في مقاومة الجواز

٥. إلى 30% التدرج هي  $\frac{7}{3} R$

$$\frac{100}{30} - 1 = \frac{7}{3} \times R = \frac{7}{3} R$$

ملحوظة هامة

\*\*\* لحساب المقاومة الخارجية  $R_x$  التي تجعل الأميتر ينحرف

$$R_x = \left( \frac{b}{a} - 1 \right) \times R_0$$

إلى  $\frac{a}{b}$  من التدرج هو

\*\*\* إذا كانت المقاومة الخارجية في دائرة الأوميتر  $n$  مقاومة الأوميتر

فإنه مؤشر الأوميتر ينحرف إلى  $\frac{1}{n+1}$  التدرج

«  $n$  أي رقم »

المقوانين

$$1] \text{ و } I_{\text{عند نهاية التدرج}} = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r} = \frac{V_B}{R_o}$$

$$2] \text{ عند ذى جزء من التدرج } I = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + R_x + r} = \frac{V_B}{R_o + R_x}$$

$$3] \frac{I_g}{I} = \frac{V_B}{R_o} \times \frac{R_o + R_x}{V_B} = \frac{R_o + R_x}{R_o}$$

$$\therefore \frac{I_{\text{عند نهاية التدرج}}}{I_{\text{عند ذى جزء من التدرج}}} = \frac{R_o + R_x}{R_o}$$






 $A \cdot m^2$ 



 $N \cdot m / T$ 



 $J / T$ 



 $Wb \cdot A / T$ 



 $Watt \cdot s / T$ 


# الفيزياء المغناطيسي $\phi_m$

Wb

V.sec

A.H

T. m<sup>2</sup>

C.  $\Omega$

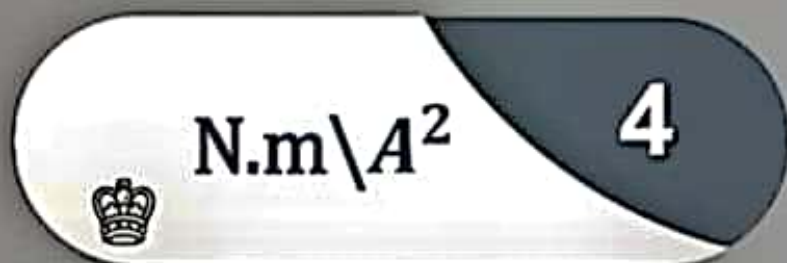
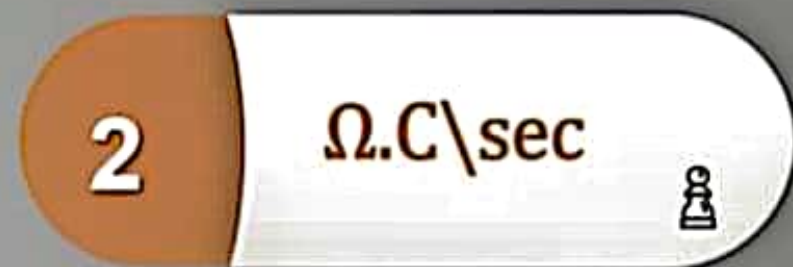
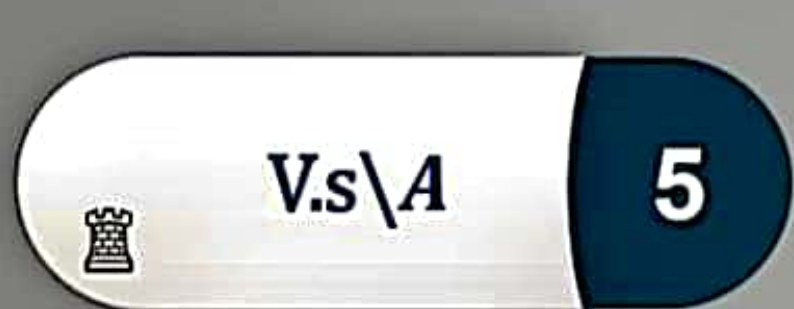
J.s/C


N.m/A

A.  $\Omega$ . s



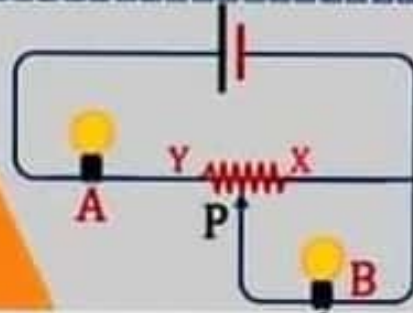
## معامل الحث الذاتي أو المتبادل



② لو كانت المقاومة الداخلية لها قيمة : هنا اكيد لما نضيف مقاومة علي التوازي تقل المقاومة الكلية، فيزيد التيار الكلي فيقل فرق الجهد بين طرفي البطارية والمصابيح طبقا للعلاقة  $V = V_B - I r$  وبالتبعية تقل شدة التيار المار في المصابيح وكذلك قدرتها واضاعتها  او مال لو حذفنا مصباح من علي التوازي ؟ طبعا الحذف عكس الاضافة.

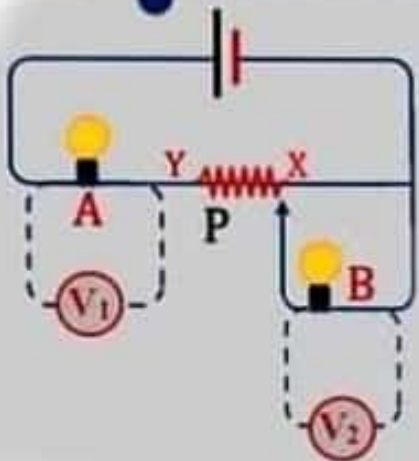
سؤال ثاني معكش : ايه ممكن يحدث لشدة اضاءة مصابيح متواليه مع بطاريه لو اضعفنا لها مصباح كمان علي التوازي ؟  
الاجابة : سهلة دي عادي متقلقش منها **كل** ما نضيف مقاومة علي التوازي **تزيد** المقاومة الكلية، ويقل التيار فتقل اضاءة المصابيح الاصلية.

طلب والمقاومة الداخلية وجودها او غيابها مش هيعمل حاجة ؟  
كل ولا اي حاجة.



ماذا يحدث لإضاءة كلا من المصباحين A, B عندما يتحرك الزالق P من النقطة X إلى Y ؟

**الحل**



**أولاً :** افرض وجود فولتاميترين بين طرفي كل مصباح ،

**عندما يكون الزالق عند النقطة x :**

$$V_B = V_1 + V_2 + V_{XY} \quad V_2 = 0$$

**عندما يتحرك الزالق إلى النقطة y :**

$$V_B = V_1^* + V_2^* \quad V_{XY} = V_2^*$$

$$V_2^* > V_2$$

$$V_1^* > V_1$$

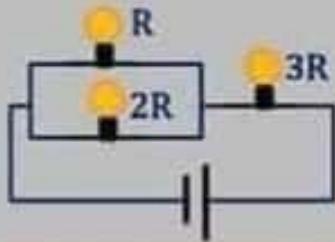
**فتزيد اضاءة المصباح B**

**فتزيد اضاءة المصباح A**



## المصابيح ؟

### غير متماثلة



✓ لمعرفة التغير في شدة إضاءة أي مصباح نبحث عن التغير في فرق الجهد بين طرفيه أو شدة التيار المار به

### متماثلة

#### توازي

عند تغير فرق الجهد بين طرفيه



✓ تقل شدة إضاءة المصابيح  
زيادة عددهم

عند ثبات فرق الجهد بين طرفيه



✓ تظل شدة إضاءة المصابيح  
ثابتة مهما زاد عددهم

#### توالي



✓ تقل شدة إضاءة المصابيح  
زيادة عددهم

## قراءة الفولتامتر ؟

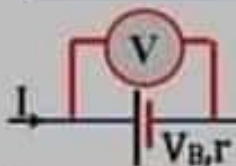
لكي تتمكن من معرفة التغير في قراءة فولتامتر لابد من معرفة موضع الفولتامتر ونوع العنصر الذي يقيس فرق الجهد بين طرفيه وكذلك نوع العلاقة بين شدة التيار المار بالعنصر وفرق الجهد بين طرفيه كما نعرضها في المخطط الموضح أدناه

أ/ أحمد محمد قاقا

إذا كان الفولتامتر بين طرفي

### بطارية

تحت الشحن



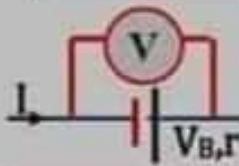
$$V = V_B + Ir$$

العلاقة بين V و I  
تزايدية



✓ تزداد قراءة V  
زيادة شدة التيار

تفريغ فقط



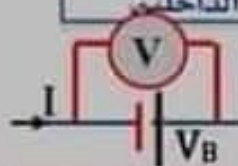
$$V = V_B - Ir$$

العلاقة بين V و I  
تناقصية



✓ تزداد قراءة الفولتامتر  
بنقص شدة التيار

مهملة المقاومة الداخلية



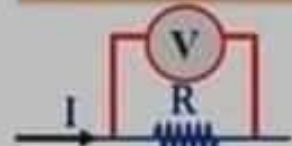
$$V = V_B$$

لا تتغير V بتغير I  
تمثيل بياني



✓ تظل قراءة V ثابتة  
زيادة شدة التيار

### مقاومة ثابتة



$$V = IR$$

تكون العلاقة بين شدة التيار وقراءة الفولتامتر **طردية**  
تمثيل بياني



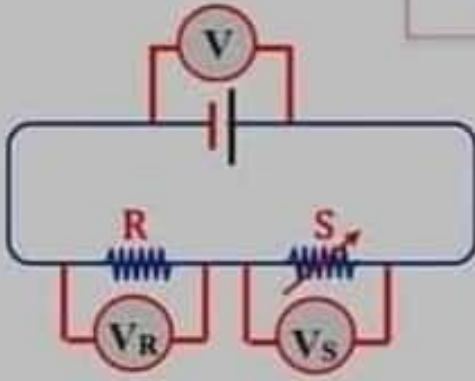
✓ تزداد قراءة الفولتامتر  
زيادة شدة التيار

في حالة وجود فولتاميتر بين  
طرفي مقاومة متغيرة

$$V = V_S + V_R$$

تكون العلاقة بين  $V_R$  و  $V_S$  علاقة تناقصية ✓

لا يؤثر علي تلك العلاقة وجود مقاومة داخلية للبطارية  
من عدمه



بتقليل قيمة  $S$

بزيادة قيمة  $S$

تزيد

تقل

تقل

تزيد



## متشابهات و مقارنات ؟

### الرنج كات في الأمية

### مجرى التيار في الأمية

ذو السلك الساخن

ذو الملف المتحرك

ذو السلك الساخن

ذو الملف المتحرك

وظيفتها :

شد خيط الحرير  
و من ثم السلك  
الساخن فتدور  
البكرة و عليها  
المؤشر

وظيفتها :

التحكم في حركة  
ملف الأميتر  
ذو الملف المتحرك

طريقة التوصيل :

يُوصل علي التوازي مع ملف الجهاز

وظيفته :

- 1- حماية ملف الجهاز من التلف
- 2- زيادة دقة قياس الجهاز بتقليل مقاومته

### تدريج الجهاز

غير منتظم

منتظم

### كميات تتغير بتغير نوع المادة فقط

دالة الشغل  
لسطح معدن

المقاومة النوعية  
و التوصيلية  
الكهربية لموصل

الأوميت / الأميتر الحراري،

السبب:

في الأوميت : شدة التيار  
تتناسب عكسياً مع المقاومة  
الكليّة و ليس فقط  
المقاومة المجهولة.

في الأميتر الحراري: الطاقة

الحرارية و زاوية  
الانحراف تتناسبان طردياً  
مع مربع شدة التيار.

الجلفانومتر و أولاده،،،

السبب:

تقع القطبين الذي يجعل  
عزم الازدواج و زاوية  
انحراف المؤشر تتناسبان  
طردياً مع شدة التيار فقط



## إعادة لف (تشكيل) ملف دائري

بالنسبة للتغير في عزم الازدواج المؤثر عليه

بالنسبة للتغير في كثافة الفيض عند مركزه

يبقى طول سلك الملف ثابت

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

عند زيادة نصف قطر الملف

عند زيادة عدد اللفات بعد اللف

عند زيادة نصف قطر الملف

عند زيادة عدد اللفات بعد اللف

تزيد قيمة  $\tau$  المؤثر على الملف عند توصيله بنفس المصدر و ثبات كثافة الفيض

تقل قيمة  $\tau$  المؤثر على الملف عند توصيله بنفس المصدر و ثبات كثافة الفيض

تقل قيمة كثافة الفيض عند مركز الملف الدائري عند توصيله بنفس المصدر

تزيد قيمة كثافة الفيض عند مركز الملف الدائري عند توصيله بنفس المصدر

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{N_1 A_1}{N_2 A_2}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1}$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2$$

$$\frac{B_1}{B_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

## عند قص جزء من ملف

لولبي

دائري

يقل طول السلك المكون للملف

تقل مقاومة سلك الملف

يقل عدد لفات الملف

يقل طول محور الملف

تزيد شدة التيار المار بالملف

يظل نصف قطر وجه الملف ثابت

يظل عدد اللفات في وحدة الأطوال ثابت

تزيد كثافة الفيض على محور الملف

اللولبي بتوصيله بنفس المصدر

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\ell_2}{\ell_1}$$

يقل طول السلك المكون للملف

تقل مقاومة سلك الملف

يقل عدد لفات الملف

تزيد شدة التيار المار بالملف

يظل نصف قطر الملف ثابت

تزيد كثافة الفيض عند مركز الملف الدائري

يظل ثابتة عند

ثبوت فرق الجهد بين طرفي الملف

الملف

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 I_1}{N_2 I_2}$$

✓ كيف يمكن زيادة كفاءة نقل الطاقة بالمحولات، ... ؟

- استخدام محولات رافعة للجهد عند أماكن إنتاج الطاقة
- استخدام أسلاك نقل نحاسية

✓ كيف يمكن تجنب الخطأ الصفري للأمية الحراري، ... ؟

- شد الجهاز على لوحة لها نفس معامل تمدد سلك الأميتر الحراري

✓ كيف يمكن زيادة شدة التيار الخلية الكهروضوئية، ... ؟

- زيادة شدة الضوء الساقط بتردد مناسب

✓ كيف تستمر عملية تبادل الطاقة في دائرة مغلقة، ... ؟

- بتغذية المكثف بشحنات إضافية كل فترة لتعويض الفقد الحادث للطاقة الكهربائية

## روايات ؟

$$emf = B \ell v \sin \theta$$

✓ الزاوية بين اتجاه حركة السلك  $\ell v$  و خطوط الفيض  $B$

**القوة المغناطيسية**

**قيمة عظمى** عند تعامد  $\ell v$  و  $B$   
**تتعدم** عند توازي  $\ell v$  و  $B$

$$F = B I \ell \sin \theta$$

✓ الزاوية بين اتجاه السلك  $I \ell$  و خطوط الفيض  $B$

**القوة المغناطيسية**

**قيمة عظمى** عند تعامد  $I \ell$  و  $B$   
**تتعدم** عند توازي  $I \ell$  و  $B$

$$\varphi_m = AB \sin \theta$$

✓ الزاوية بين مستوى الملف  $A$  و خطوط الفيض  $B$

**الفيض المخترق للملف**

**قيمة عظمى** عند تعامد  $A$  و  $B$   
**تتعدم** عند توازي  $A$  و  $B$

$$emf = NAB\omega \sin \theta$$

✓ الزاوية بين اتجاه دوران الملف  $NA\omega$  و خطوط الفيض  $B$

**emf اللحظية في ملف الدينامو**

**قيمة عظمى** عند توازي اتجاه  $B$  و مستوى الملف أو عند تعامد اتجاه  $NA\omega$  و  $B$   
**تتعدم** عند تعامد اتجاه  $B$  و مستوى الملف أو عند توازي اتجاه  $NA\omega$  و  $B$

$$\tau = B I A N \sin \theta$$

✓ الزاوية بين اتجاه عزم ثنائي القطب المغناطيسي للملف  $IAN$  و خطوط الفيض  $B$

**عزم الازدواج المغناطيسي**

**قيمة عظمى** عند توازي اتجاه  $B$  و مستوى الملف أو عند تعامد اتجاه  $IAN$  و  $B$   
**تتعدم** عند تعامد اتجاه  $B$  و مستوى الملف أو عند توازي اتجاه  $IAN$  و  $B$